

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11289296 A

(43) Date of publication of application: 19.10.99

(51) Int. Cl

H04B 10/02
G02F 1/11
H04B 10/17
H04B 10/16
H04J 14/00
H04J 14/02

(21) Application number: 10090383

(22) Date of filing: 02.04.98

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: ONAKA HIROSHI
MIYATA HIDEYUKI
OTSUKA KAZUE
KAI TAKETAKA
NAKAZAWA TADAO
CHIKAMA TERUMI

(54) OPTICAL TRANSMISSION EQUIPMENT,
OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND
OPTICAL TERMINAL STATION

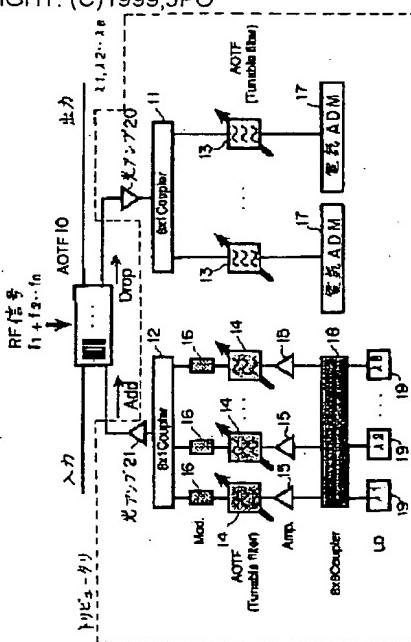
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical wavelength multiplex network using an AOTF and having high reliability and high cost performance and a device to be used for the network.

SOLUTION: In the case of constituting an OADM device in an OADM system, an AOTF 10 is used. The AOTF 10 can select an optional wavelength by changing the frequency of an RF signal to be impressed. The AOTF 10 can drop an optical signal of specific wavelength out of a wavelength multiplex optical signal inputted from an input or synthesize a wavelength multiplex signal inputted from an addport with a through optical signal. In practical device constitution, it is realistic to use the AOTF 10 only for drop while considering the increment of coherent crosstalk. Or in another method, a dropped optical signal is branched by a photocoupler, wavelength is selected by a tributary station and the wavelength selected by the tributary station is

extracted from a through optical signal by the AOTF 10.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



ルタで仰入されるべき光信号に対応する波長の分岐操作を行なうことを特徴とする請求項10又は11に記載の光伝送装置。

増幅器の出力パワーを調整する制御手段を、及び、光端局での挿入すべき光信号を加え加力パワーを調節し、及び、光端局での挿入すべき光信号

b 所定の光波長と光パワーになるように制御した後に、該端局の光送信器を駆動するシーケンス処理を行なうこと

**【解説項1-7】WDM光通信システムにおいて、分岐及び
分歧入力すべき光信号を分歧・挿入する光伝送装置から分
岐した光信号を受信し、挿入すべき光信号を該光伝送裝
置間に伝送する光端局であって、**

【請求項 2.4】 AOTF通過後の光周波数と光パワーを特徴とする請求項 2.0 に記載の光伝送システム。

【附录项 1-8】前配光会聚器の後段に分散会聚器を備え、伝送路の分散を像面に前償することを特徴とする前配光装置。
【附录项 1-7】に記載の光端局。
【附录项 1-9】伝送に用いるすべての信号波長に対応する複数の光源を備え、該複数の光源の出光力を合波する前配光装置。
【附录项 2-5】段 AOTF の動作温度域にフィードバックを実現する元ヘテルセニタを備え、RAOTF を駆動する RF 周波数と RF ハーバーにフィードバックをかけることで、分光・挿入される光信号が常に厳密な光波長と光パワーになるよう側面を行うことを特徴とする前配光装置。

【課題】(a) 前記回路による光束を削減する。
【解説】(a) 前記回路による光束を削減するには、各合波器による損失を削減する光分離器と、
長波長の光信号を送る光波導線を飛ばす分波器と、前記光伝送装置に而入すべき光を削減することとする。
【課題】(b) 前記回路による光束を増加する。
【解説】(b) 前記回路による光束を増加するには、各合波器による損失を増加する光分離器と、
長波長の光信号を送る光波導線を飛ばす分波器と、前記光伝送装置に而入すべき光を増加することとする。
【課題】(c) 前記回路による光束を削減する。
【解説】(c) 前記回路による光束を削減するには、各合波器による損失を削減する光分離器と、
長波長の光信号を送る光波導線を飛ばす分波器と、前記光伝送装置に而入すべき光を削減することとする。
【課題】(d) 前記回路による光束を増加する。
【解説】(d) 前記回路による光束を増加するには、各合波器による損失を増加する光分離器と、
長波長の光信号を送る光波導線を飛ばす分波器と、前記光伝送装置に而入すべき光を増加することとする。

【課題請求項2】伝送階から伝送されてきた波長多重光信号のうち、所定の波長の光信号を分歧し、対応する波長光信号を導入する光伝送装置と、該光伝送装置から分離された光信号を受信し、射入すべき光信号を該光伝送装置に伝送する光端局とからなる光伝送システムにおいて、
30 光伝送装置で分歧された光信号を必要に応じて増幅する光増幅器と、

【請求項28】 フォトダイオードで受光する際に光波長の中心位置を判別するため、あるいは屈筋RFパワーを判別するために、RF周波数に応じて波長をかけることを特徴とする光伝送装置。
【請求項29】 本発明の光伝送装置。

【講習会第 2.9】伝送路から光信号を分岐、あるいは伝送路へ光信号を挿入する光伝送装置と、該光伝送装置から分歧された光信号を受信し、該光伝送装置間に断りを入れすべし

光信号を送信する端局とからなる光ネットワークにおいて、該端局の受信側の複数用AOFEに所属するRF端

て、1個のAOTF、もしくは複数のAOTFを複数段にスケーリード接続したものを使用したことを特徴とする請求項2(1)に記載の光伝送システム。

前記光伝送接続において、伝送への出力ポートが、各ポートにモニタ用の分岐ポートを設け、光信号の有無を確認した後、該端局の1波並入用AOTFに所定のRF周波数を印加し、駆動用AOTFが安定化したことを確認した後に、該光伝送装置の分岐・併入用AOTFに所定のRF周波数を印加して所定の光信号を分岐し、光スペクトルモニタで所定の光信号が分岐されたことを確認した後、該端局の1波並入用AOTFに所定のRF周

印 刷 FinePrint 2000 誉 版 <http://www.fineprint.com>

6 関東篇35に記載の光伝説

【附註項3.7】各中耕スパン毎あるいはノード毎のいづれかに配属する分販取扱手段の各分販取扱量は分販取扱量の伝送路の分離層に応じて設定することを特徴とするシステム。

【問題3-8】波段分離が正確である伝送路を有することを特徴とする構成項3-5～3-7のいずれか一つに配慮すればよい。

【請求項39】送信部で送信光に光位相変調もしくは光

【説教頁40】送信器と伝送路の間、伝送路と受信機の傍である送信機を介することを軽微とする説教頁35～37のいずれか1つに配載の光伝送システム。

ある機能を持つ分岐制限手段を有することを特徴とする前記請求項2.5.2.3.7の請求項。

【請求項4】 伝送ルートに応じて分離検査値を変化させる

光切り替え手段と、
それを備え、

このように、光信号が受けた分散や減衰に応じて像面に現れる複数の像が、各像面に焦点化される。この現象を「散乱像」または「散乱像の重ね合わせ」と呼ぶ。

【請求項4-3】表面弹性波の作用を使って所望の波度の光伝送システム。

規制導入するAOTFにおいて、

ACTEの表面波を用いて、各共振器の共振周波数の変化を検することにより、該TFの近傍に共振器を形成し、

下信号を制御して、該AOTFの動作を安定化させるこ

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長分割多重光ホーリワーカーに関する。

「從來の技術」将来のマルチメディアネットワークを目指し、さらなる超長距離・大容量の光通信システム、また、これを用いた光波ネットワークの構築が要求され研究所

[0003] これまでに大容量化を実現する方式とし

CHI : SENSATION AND PERCEPTION

モニタで所定の光信号が分岐されたことを確認した後、放電局の1波帯入用AOTFに所定のRF周波数を印加し、1波帯入用AOTFの動作が安定し、且つ、光スベクトラルモニターで監視した順入すべき光信号が所定の光波長と光パワーになるように制御した後に、放電局の光送信器を駆動するシーケンス処理を行することを特徴とする。

[0027] 本発明の更に他の側面における光伝送システムは、1波以上の光波長に送信信号を光强度要調して送出し、光周期多チャンネル送信する光伝送装置、および、該光伝送装置に伝送路途中に伝送信号光の分岐、印入機能を伴つノードを有した光伝送システムにおいて、送信部で送信光に光位相変調もしくは光周波数変調する手段を有し、該変調手段のチャーピングパラメータの符号が正しい場合のRF信号をAOTF 1 0に印加しているだけで良い。

[0028] 本発明のAOTF制御装置は、表面弹性波の作用を使って所定の波長の光信号を波長多重光信号の中から選択分岐、あるいは選択印入するAOTFにおいて、該AOTFの形成されている基板の裏面であって、AOTFの近傍に共振器を形成し、該共振器の共振周波数の変化を検出することにより、該AOTFの共振周波度を計測し、該計測結果に基づいてRF信号を制御して、該AOTFの動作を安定化させることを特徴とする。

[0029] 本発明によれば、任意の波長を印加する電気信号の周波数を変えることで、選択することができるAOTFをアド・ドロップする回路の動作が軽くなり、安価であり、システムを構成する回路の動作が軽くなり、安価で、OADMシステムを構成することができます。

[0030] このように、AOTF 1 0を使用すれば、OADMの機能を達成することができます。ただし、実際のAOTFの特性は、上記原理で説明したような理想的なものでないため、様々な工夫が必要とする。例えば、AOTF 1 0のアドポートから印入されるアド光信号は、AOTF 1 0のクロストークの為、ドロップポートに随かに印出される。アド光とドロップ光とは波長が同じである。アド・ドロップする波長の数はこれに限られたものではない。

[0031] AOTF 1 0による光波長の選択は、ドロップしたい波長に対するRF信号(電気信号)を印加する。波長1～nの波長多重光信号が印入され、8波がアド・ドロップされる場合を示している。もちろん、アド・ドロップする波長の数はこれに限られたものではない。

[0032] AOTF 1 0に印加されたRF信号の周波数に対応する波長の光信号は、AOTF 1 0のドロップポートに印出され、光アンプ2 0によって増幅された後、X1カブラー1 1に入力される。ここで、カブラーが8×1構成などしているのは、ドロップされる波長数が50個で、SN比の劣化を起こすためである。あるいは、A

8となっているからである。8×1カブラー1 1はドロップされてきた光信号を波長の数だけ分岐する。分岐された各光信号はすべて同じ光信号であり、ドロップされた波長の光信号をすべて含んでいる。次に、波長選択フィルタとしてAOTF 1 3が設けられており、電気ADM装置を構成する場合の基本的構成例のブロック図である。

[0033] 一方、AOTF 1 0は、所望の波長の光信号をドロップするだけではなく、ドロップした波長の光信号と同じ波長の光信号をアドすることができる。これには、AOTF 1 0が所望の波長の光信号をドロップする動作を行っている時には、同時に同じ波長の光信号をアドする作用を有しているからである。RF信号としては、ドロップあるいはアドした波長の光信号に対応する周波数のRF信号をAOTF 1 0に印加しているだけで良い。

[0034] アドする光信号は、同図の左側の構成によつて生成される。光源となるレーザダイオードLD 1 9は、アドすべき光信号の波長を有するLD 1 9がアドする光信号の数だけ接続されており、これらのLD 1 9から出力される波長1～18の光は8×8カブラー1 8で一旦合波された後、分岐される。分岐された光は光アンプ1 5によって増幅され、波長選択フィルタとしてのAOTF 1 4に入力される。AOTF 1 4では、波長1 1～1 8が多重された光から光信号送出に使いたい波長の光を抽出する。AOTF 1 4で抽出された波長の光は、変調器1 6によって変調され、光信号とされる。このようにして生成された各波長の光信号は、8×1カブラー1 2で合波され、光アンプ2 1で増幅されて、AOTF 1 0に入力される。AOTF 1 0では、アド光信号がスループル方式で合波され、出力側に出力される。

[0035] このように、AOTF 1 0を使用すれば、OADMの機能を達成することができます。ただし、実際のAOTFの特性は、上記原理で説明したような理想的なものでないため、様々な工夫が必要とする。例えば、AOTF 1 0のアドポートから印入されるアド光信号は、AOTF 1 0のクロストークの為、ドロップポートに随かに印出される。アド光とドロップ光とは波長が同じである。アド・ドロップする波長の数はこれに限られたものではない。

[0036] 同じ波長に対するRF信号(電気信号)を印加する。波長1～nまでのRF信号のうち、8つが印加される。波長1～nの波長多重光信号が印入され、8波がアド・ドロップされ、アド光は互いに合波され、光アンプ3 4で增幅され、光信号(ドロップ光信号の波長と同じ波長)がカブラー3 6で伝送路に印出される。

[0037] 同図の構成例において、1段目のAOTF 3 1と2段目のAOTF 3 2とを使ってドロップすべき全ての光信号をドロップするのは、AOTFの波長選択性によるものである。すなわち、AOTF 3 1はRF信号が印加されたときの波長特性の幅が広く、IT U-T G. 692制約ドットで規定されている0. 50 ロップ光として使用される波長の数でも、全波長数でも

[0038] AOTF 1 0の選択機能をはすしておけば、ASEがスループル方式で所定のRF信号を波長の数だけ分岐する。分岐された各光信号はすべて同じ光信号であり、ドロップされた波長の光信号をすべて含んでいる。次に、波長選択フィルタとしてAOTF 1 3が設けられており、電気ADM装置を構成する場合の基本的構成例のブロック図である。

[0039] 同図に示すのは、AOTFを光信号のドロップのみに使用する構成である。入力側から印入された光信号は、光アンプ3 0で伝送路の損失の補償のために増幅され、1段目のAOTF 3 1に入力される。1段目のAOTF 3 1では、ドロップすべき波長の光信号のドロップのみを担当するようになります。そして、2段目では、1段目ではドロップされなかつた、奇数番号あるいは偶数番号の波長の光信号のドロップを担当するようになります。このように構成することによって、隣り合う2つの光信号をドロップする場合に波長間隔が最も低でも1. 6 nmとなるので、AOI Fの波長選択性でも十分なクロストークを少なくすることができます。

[0040] また、同図の構成では、アド光信号は、ヘッドを介さないで、直接カブラー3 3で合波するようになります。前述したように、AOTFは、ドロップした光信号の波長と同じ波長の光信号をアドする機能を有しているが、AOTFにアドとドロップの両方の機能を有すると、ドロップ側にアド側の光が混ざり込んでクロストークを発生してしまう。特に、この場合、アド光とドロップの波長が同じヒーレントクリークなどの光で、クロストークによって生じる、ビート成分が大きくなり、ドロップ側で正確に光信号を受信することができなくなってしまう。アド光は、対応する波長がスループル方式で合波され、その間にいるグリッド(光信号の波長の設定位置)に合波されれば良いので、同図のようにスループル光にカブラーで合波する構造を採用する。

[0041] なお、同図では、AOTFを2つ用いて、ドロップすべき光信号の全てを分岐する構成を示したが、必ずしも2つに限られるものではなく、2つ以上のAOTFを用いてよい。このように、多くのAOTFを用いると、1つのAOTFでドロップすべき光信号の内、互いに波長の値が最も近い光信号前の波長間隔を広げることができるので、クロストークをより減少させることができる。

[0042] 図3は、AOTFを用いたプロトタイプ装置の構成例を示すブロック図である。同図(b)に示されるように、入力側から波長1～nが波長多分岐されて送信されてくる。これを光アンプ4 0で増幅し、カブラー4 1に入力する。カブラー4 1では、入力した光信号を2つに分岐し、1つはAOTF 4 2に入力し、もう1つはドロップして、トリニティリのカブラー4 6に入力する。カブラー4 6に印入された光信号は、カブラー4 6で分岐される。分岐する数は、ドロップ光としてスループル光信号に加えられてしまつ

16

8

18

00050] OADMの入力側に 1×2 シンチ 60 を受け、入力した光信号の進路を 2 つの進路に切り換えるように構成しておく。 1×2 シンチ 60 の 2 つの出力ポートには、現用の AOTF と予備の AOTF を接続する。また、各光信号の出力ポートには、アド光を合波するための合波器を設ける。すなわち、図同 (a) では、現用の AOTF の右側に、下端が予備の構成となる。そして、いずれかを伝送路に出力するようになっている。 1×2 シンチ 6 1 は OADM 装置の出力側に設けられる。

00051] 図同 (b) は、OADM 装置の伝送路の構成を示す。左側の AOTF は、現用の AOTF である。右側の AOTF は、予備の AOTF である。AOTF の右側には、各光信号の出力ポートがある。AOTF の左側には、各光信号の入力ポートがある。AOTF の左側には、各光信号の入力ポートがある。AOTF の左側には、各光信号の入力ポートがある。

10057/AOT/Fは、受光するように、ヘリカルな
のTEモードの光とTMモードの光をとく界面附近(S
AW)との相互作用により、所定の波長の光信号のモー
ドのみを変換し、出力ポートを変えるものである。こ
ろで、AOT/Fは一般に、二オブリジウム等の複屈折
性を持つ材料で構成されており、何の作用も受けないス
ルーする光信号のTEモードとTMモードとの間に伝搬
速度の違いを生じる。このとき生じる時間差は、AOT
Fの1つのデバイスが3段階になつているとした場合
10 (後述)、50 ps程度となる。ところで、本実験態
勢のOADM装置は、10 Gbpsの送信速度を有するシ
ステムに使用することが望まれているが、10 Gbps
の場合、1つのビットに与えられるタイムスロットは1
000 s程度である。従つてAOT/Fをスルーリーするこ
とも構成される。

されており、OADMの入力側に1×2スイッチ6.2と並んで、1×2スイッチ6.3は、現用伝送路とAOTF側の各ルートを接続する。AOTFの次段にはド光信号を合波する合波器が設けられ、1×2スイッチ6.3に入力する。1×2スイッチ6.3の出力ポートは、現用伝送路と予備伝送路を接続しており、1×2スイッチ6.3がいずれかの伝送路を選択する。AOTFの次段では、AOTF側の各ルートが選択され、伝送路のルートが2重化されている構成である。

れた光信号は、伝送路での分散を打ち消すために、分散補償ファイバ DCF に入力される。この後、更に、後段の増幅媒体に入力され、パワーの大きくなつた光信号が OADM 装置に入力される。なお、光増幅部の後段の增幅媒体に接続されている B TS は、ブースタと呼ばれ、増幅媒体、例えば、エルビウムドーピングファイバーに光増幅を行つたための起放光を供給するものである。

【0056】光増幅部 11A で増幅された光信号は、前述した瓦良化ためのスイッチ部 P SW 1 に入力され、このスイッチ部 P SW 1 の詳細は省略する。スイッチ部 P SW 1 では、各モード間で光信号を遮断する。すな

どによって受けける偏波モード分散は、1 タイムスロットの 50 % 程度のずれを異なるモード間に引き起こすため、このままでは、光信号を正常に受信することができなくなつてしまふ。従つて、ここでは、1つの AOTF を通過する毎に偏波モード分散補償を行つようにしてい

る。偏波モード分散を補償する方法としては、やはり偏波モード分散を発生する PANDA ファイバ等の袖を AOTF の袖と直交させせるようになって接続する。このようにして AOTF 内で速く伝播していたモードは PANDA ファイバ内では遅く、AOTF 内で早く伝播していたモ

チ部 PWSW1 を通過した光信号は、次に、チューナープル
フィルタモジュール TFM に入力される。チューナープル
フィルタモジュール TFM の入力には、光モニタが設け
られている。これは、モジュール間がちゃんと接続され
ているか否かを監視するためのものであり、入力した光
信号のパワーを検出して、不図示の制御部に通知する。
不図示の制御部は、このモニタ結果を用いて、モジ
ュールが正常運転すれば、光信号が来ているか否かを判断
する。例えば、モジュールが外れている場合など強度の
強い光が漏れていく場合には、側に人がいると、その人
へ PANDA ファイバ内では速く伝播することにな
る。AOTF の偏波モード分解を補償するために必要な
PANDA ファイバの長さは、AOTF の特性や、使用
する PANDA ファイバの特性にも依存するが、約 20
m である。

30 100 [58] 一方、波長選択された光信号、すなわち、
ドロップ側の光信号の場合は、AO TE の内部で、S
AWとの相互作用により、TE モードで入ってきた光信
号は TM モードに変換されながら伝播し、TM モードで
入ってきた光信号は、TE モードに変換されながら伝播

機器の2×2スイッチの2×2スイッチのいれに光信号を入力すべきか選択できるようにしておく。そして、2×2スイッチ後段にも1×2スイッチを設け、現用と予備のいずれかを選擇できるようにしておく。この構成は、OADM装置の入力側及出力側のいずれの場合にも適用でき、AOTF及び伝送路のみではなく、現用と予備を切り替えるためのスイッチも2重化したOADM装置を構成することができ

に危険が及ぶので、光スイッチを切るなどの処置をする。このような光モニタはチューナーフィルタモードで入力される。AOTF 1 は、チューナーブルフィルタモードで分離する時間と TM モードで分離を受ける時間とで分離が異なる。従って、最初、TE モードで入力された光も、TM モードで入力された光も、AOTF 内部を伝播している間に、TM モードと TE モードにそれぞれ交換されるため偏波モード分離は生じない。

伝送路による光信号の具体的構成の第1の例を示す図である。伝送路による光信号は、先ず、光増幅部 (In-Line Amp) に入力される。光増幅部は2つの増幅器 (Amp : 1 LA) に入力される。前段の増幅器は、3角で示されているが、一部が分岐され、光スイッチモニタ部のスイッチに入力される。この光スイ

る)に印加され、このようにして生成されたRF信号が AOTF 1 及び AOTF 2 に印加される。AOTF 1 では、前述したように、例えば、無数番目の波長の光信号が選択され、図 5 の上側のポートに取出力される。AOTF 1 をスルーした光信号は、偏振モード分離器 PM D に入力される。

名機能印制 R : 10000 試用版 <http://www.mandao.com/sharea/>

長を選択するようになります。AOTFはチューナブルフィルタドバイオレットDによって駆動される。OADM装置でドロップされた光信号は、全て2段のAOTFによって選択されるので、2段目のAOTFのスルーポートには、原理的にノイズ以外は光信号は出てこない、従つて、2段目のAOTFのスルーポートから出力される光は破滅する。その他の構成及び、動作は、OADM装置のAOTFによる光信号のドロップのための構成及び動作と同じなので、説明を省略する。

【0095】このようにして、選択された波長のドロップ光信号は、2×2カブラーに送信され、増幅されて、次段の波長多路シフトワークに送信される。尚、前述の通り、次段のネットワークがドロップされたままの光信号が固定しているのであれば、選択波長の固定されているバンドパスフィルタ等で必要な波長をレーザパンクから光の端から出し、別の光信号を使用している場合には、波長変換して次段のネットワークへ送信する。

【0096】図1-3は、アドバイザリードラムを生成するための光を供給するために使用されるレーザパンクの構成及び概念を説明する図である。任意波長型のOADMシステムを構成するためには、任意の波長の光信号をドロップして出力することができる。特に、波長分割多重通信システムでは、各チャネルの光信号がITU-Tの勧告で規定されているので、それ以外の波長を任意に使用することはないと考えてよいので、レーザパンクを使用すれば十分である。

【0097】図1-4は、OADM装置におけるシステムの初期状態を示している。入力側から例えば、3波の波長多路光信号が送信されてきた場合に、まだ、システムが稼働する前は、光信号がどこにも出力されない状態が好ましい。そこで、OADM装置のAOTF1-40は、3×2波全ての波長を選択するように、RF信号発振器からRF信号をAOTF1-40に印加する。すると、入力側から入力されれた3×2波全ての波長はドロップされてしまい、スルーポート(出力側)には光信号が出力されない。従って、3×2波全ての光信号は、トリビュータリ局側へ送信される。トリビュータリ局では、送信された光信号を光カブラー1-2で分岐し、各波長の光信号を選択するAOTF1-40に送る。通常動作時は、AOTF1-40は、ドロップすべき波長の光信号はより少なくドロップする。あるいは、全くドロップしないようになります。この光は、光アンプで増幅されたり、光カブラー1-4で分岐されると、AOTF1-40の選択波長を3×2波の波長から十分離れた位置に設定することにより、AOTF1-40からは光信号が出力されない。従って、光母を受信しない状態となる。

るレーザダイオード1-3を駆け、それぞれに発振させられる。それぞれが発振する波長は、スペクトルモニタ1-3で監視され、予め定められている基準波長値と比較が生じた場合は、発振波長に合わせて調整して、発振波長が所定の値になるよう調整される。

【0099】各レーザダイオード1-3が発振する光信号は、合波器1-3で合波され、1つの光とされる。そして、光アンプ1-3で増幅され、分配器1-31で必要な数だけ分岐される。

【0100】この光を使用する場合には、AOTF等のチューナブルフィルタ1-32、あるいは、使用する波長段の波長多路シフトワークに送信される。尚、前述の通り、次段のネットワークがドロップされたままの光信号が固定されているのであれば、選択波長をレーザパンクから光の端から出し、別の光信号を使用している場合には、波長変換して次段のネットワークへ送信する。

【0101】このように、複数の波長の異なる光源の光を合波して、これを利用するようにすれば、光源の発振している波長の光であれば、どの波長であってもフィルタで抽出して使うことができる。特に、波長分割多重通信システムでは、各チャネルの光信号がITU-Tの勧告で規定されているので、それ以外の波長を任意に使用することはないと考えてよいので、レーザパンクを使用すれば十分である。

【0102】図1-4～図2-0は、OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法を説明する図である。なお、図にはAOTFが1つしか記載されていないが、前述したようなAOTFを2つ以上いる場合も同様である。

【0103】図1-4は、OADM装置を含むOADMシステムの構成と、反射鏡面の光学的距離に依存する。特に、同じレーザーは、波長を変えることが難しい。というのも、もともとレーザーというものは、電光媒体を反射鏡で使ひ、反射鏡面で光を往復させる間に強度の強い光を放出するという構造をしており、発振波長はこの電光媒体の特性と、反射鏡面の光学的距離に依存する。特に、同じレーザーは、波長を変えることとする場合には、反射鏡面の光学的距離を変えてなくてはならないが、この方法があまりないというのが現状である。現状考えられる光学的距離の変更の仕方は、反射鏡の位置を機械的に移動させるか、温度を上下して、電光媒体の屈折率を変化させるとかくらいたである。反射鏡を機械的に動かすのは、レーザーが可動部を有するもので、反射鏡の位置が狂いややすく、安定したレーザー発振を行うことができない。また、温度を上下して波長を変化させる場合には、レーザーの構成で可動部がないので、安定した発振はでき上がるが、温度上昇などによる波長の変化が小さいので、波長多路システムのグリッド全体をカバーすることはできない。

【0104】そこで、本実施形態では、使用する可能性のある全ての波長を発振波長とする個々のレーザダイオードを用意しており、これらが累積するレーザ光を束ねて1つの光とし、これを複数箇所に使用することとした。

【0105】図1-5は、OADM装置によるドロップが行われない場合のAOTFの制御方法を示している。スルーラーする場合には、AOTF1-40には、3×2波の波長10に印加するようにしておき、AOTF1-43には、1波のみを選択する1個のRF信号を印加する。これにより、AOTF1-40及び1-43の動作を波長を選択するか否か、あるいは、選択する波長の数によらず、安定させることができることを確認する動作は、制御CPUを駆動において、ソフトウェアで行なうにしてもよい。図1-7は、OADM装置でドロップを行なう場合の各AOTFの制御方法を説明する図である。

【0106】図1-6は、3×2波全ての光信号はスルーラーするだけ分岐される。

【0107】図1-6は、OADM装置でドロップはしない場合を説明する。ドリバーリ局側には、20-3-2の波をドロップする場合を考える。入力側から3波の光信号が入力されると、AOTF1-40には、波長1-2と3-2とを選択する。よるAOTF1-40の動作を安定化させるために、AOTF1-40の動作を安定化するためには、3-2波の光信号が波長から1十分離れた位置に3-0波を選択する。これは、前述したように、3-0波の光信号の周波数のRF信号をRF信号出力信号はドロップされない。したがって、光カブラー1-4-2にも光信号はドロップされないが、AOTF1-43には、波長1-2と3-2とを選択する。これにより、AOTF1-40に印加されるRF信号は3-2波分を選択すると共に、AOTF1-40の動作を安定化するためには、3-2波の光信号の波長から1十分離れた位置に3-0波を選択する。これは、前述したように、3-0波の光信号の周波数のRF信号をRF信号出力信号はドロップされる光信号は波長は波長1-2と3-2のみである。残りの波長の光信号はスルーラーするものとなるが、実際にドロップされる光信号は波長1-2と3-2のみである。

【0108】すなわち、AOTF1-40に印加されるRF信号の波長は、波長1-2と3-2を行くに従つて、波長が大きくなる、いわゆる、チルトが電気で走る場合のみを示しているが、各波長のパワーが全くバラバラである。従つて、光受信器1-44では光信号は検出されない。

【0109】図1-7は、OADM装置でドロップはしない場合を説明する。光カブラー1-2と1-3-2は、トリビュータリ局側へ送られ、光カブラー1-4-2で分岐され、AOTF1-43に入力される。AOTF1-43は、1波のみを選択するように1波のみを選択するための周波数のRF信号が印加される。AOTF1-40に印加されるRF信号は1波のみを選択する。これは、前述したように、3-0波の光信号の周波数のRF信号をRF信号出力信号はドロップされる光信号は波長は波長1-2と3-2のみである。残りの波長の光信号はスルーラーするものとなるが、実際にドロップされる光信号は波長1-2と3-2のみである。

【0110】図1-8は、OADM装置でドロップはしない場合のAOTFの制御方法を説明する図である。なお、同図では、波長が1-1～1-3-2と1-3-2と1-4-3と1-4-2と1-5-6と1-6-7と1-7-8と1-8-9と1-9-10と1-10-11と1-11-12と1-12-13と1-13-14と1-14-15と1-15-16と1-16-17と1-17-18と1-18-19と1-19-20と1-20-21と1-21-22と1-22-23と1-23-24と1-24-25と1-25-26と1-26-27と1-27-28と1-28-29と1-29-30と1-30-31と1-31-32と1-32-33と1-33-34と1-34-35と1-35-36と1-36-37と1-37-38と1-38-39と1-39-40と1-40-41と1-41-42と1-42-43と1-43-44と1-44-45と1-45-46と1-46-47と1-47-48と1-48-49と1-49-50と1-50-51と1-51-52と1-52-53と1-53-54と1-54-55と1-55-56と1-56-57と1-57-58と1-58-59と1-59-60と1-60-61と1-61-62と1-62-63と1-63-64と1-64-65と1-65-66と1-66-67と1-67-68と1-68-69と1-69-70と1-70-71と1-71-72と1-72-73と1-73-74と1-74-75と1-75-76と1-76-77と1-77-78と1-78-79と1-79-80と1-80-81と1-81-82と1-82-83と1-83-84と1-84-85と1-85-86と1-86-87と1-87-88と1-88-89と1-89-90と1-90-91と1-91-92と1-92-93と1-93-94と1-94-95と1-95-96と1-96-97と1-97-98と1-98-99と1-99-100と1-100-101と1-101-102と1-102-103と1-103-104と1-104-105と1-105-106と1-106-107と1-107-108と1-108-109と1-109-110と1-110-111と1-111-112と1-112-113と1-113-114と1-114-115と1-115-116と1-116-117と1-117-118と1-118-119と1-119-120と1-120-121と1-121-122と1-122-123と1-123-124と1-124-125と1-125-126と1-126-127と1-127-128と1-128-129と1-129-130と1-130-131と1-131-132と1-132-133と1-133-134と1-134-135と1-135-136と1-136-137と1-137-138と1-138-139と1-139-140と1-140-141と1-141-142と1-142-143と1-143-144と1-144-145と1-145-146と1-146-147と1-147-148と1-148-149と1-149-150と1-150-151と1-151-152と1-152-153と1-153-154と1-154-155と1-155-156と1-156-157と1-157-158と1-158-159と1-159-160と1-160-161と1-161-162と1-162-163と1-163-164と1-164-165と1-165-166と1-166-167と1-167-168と1-168-169と1-169-170と1-170-171と1-171-172と1-172-173と1-173-174と1-174-175と1-175-176と1-176-177と1-177-178と1-178-179と1-179-180と1-180-181と1-181-182と1-182-183と1-183-184と1-184-185と1-185-186と1-186-187と1-187-188と1-188-189と1-189-190と1-190-191と1-191-192と1-192-193と1-193-194と1-194-195と1-195-196と1-196-197と1-197-198と1-198-199と1-199-200と1-200-201と1-201-202と1-202-203と1-203-204と1-204-205と1-205-206と1-206-207と1-207-208と1-208-209と1-209-210と1-210-211と1-211-212と1-212-213と1-213-214と1-214-215と1-215-216と1-216-217と1-217-218と1-218-219と1-219-220と1-220-221と1-221-222と1-222-223と1-223-224と1-224-225と1-225-226と1-226-227と1-227-228と1-228-229と1-229-230と1-230-231と1-231-232と1-232-233と1-233-234と1-234-235と1-235-236と1-236-237と1-237-238と1-238-239と1-239-240と1-240-241と1-241-242と1-242-243と1-243-244と1-244-245と1-245-246と1-246-247と1-247-248と1-248-249と1-249-250と1-250-251と1-251-252と1-252-253と1-253-254と1-254-255と1-255-256と1-256-257と1-257-258と1-258-259と1-259-260と1-260-261と1-261-262と1-262-263と1-263-264と1-264-265と1-265-266と1-266-267と1-267-268と1-268-269と1-269-270と1-270-271と1-271-272と1-272-273と1-273-274と1-274-275と1-275-276と1-276-277と1-277-278と1-278-279と1-279-280と1-280-281と1-281-282と1-282-283と1-283-284と1-284-285と1-285-286と1-286-287と1-287-288と1-288-289と1-289-290と1-290-291と1-291-292と1-292-293と1-293-294と1-294-295と1-295-296と1-296-297と1-297-298と1-298-299と1-299-300と1-300-301と1-301-302と1-302-303と1-303-304と1-304-305と1-305-306と1-306-307と1-307-308と1-308-309と1-309-310と1-310-311と1-311-312と1-312-313と1-313-314と1-314-315と1-315-316と1-316-317と1-317-318と1-318-319と1-319-320と1-320-321と1-321-322と1-322-323と1-323-324と1-324-325と1-325-326と1-326-327と1-327-328と1-328-329と1-329-330と1-330-331と1-331-332と1-332-333と1-333-334と1-334-335と1-335-336と1-336-337と1-337-338と1-338-339と1-339-340と1-340-341と1-341-342と1-342-343と1-343-344と1-344-345と1-345-346と1-346-347と1-347-348と1-348-349と1-349-350と1-350-351と1-351-352と1-352-353と1-353-354と1-354-355と1-355-356と1-356-357と1-357-358と1-358-359と1-359-360と1-360-361と1-361-362と1-362-363と1-363-364と1-364-365と1-365-366と1-366-367と1-367-368と1-368-369と1-369-370と1-370-371と1-371-372と1-372-373と1-373-374と1-374-375と1-375-376と1-376-377と1-377-378と1-378-379と1-379-380と1-380-381と1-381-382と1-382-383と1-383-384と1-384-385と1-385-386と1-386-387と1-387-388と1-388-389と1-389-390と1-390-391と1-391-392と1-392-393と1-393-394と1-394-395と1-395-396と1-396-397と1-397-398と1-398-399と1-399-400と1-400-401と1-401-402と1-402-403と1-403-404と1-404-405と1-405-406と1-406-407と1-407-408と1-408-409と1-409-410と1-410-411と1-411-412と1-412-413と1-413-414と1-414-415と1-415-416と1-416-417と1-417-418と1-418-419と1-419-420と1-420-421と1-421-422と1-422-423と1-423-424と1-424-425と1-425-426と1-426-427と1-427-428と1-428-429と1-429-430と1-430-431と1-431-432と1-432-433と1-433-434と1-434-435と1-435-436と1-436-437と1-437-438と1-438-439と1-439-440と1-440-441と1-441-442と1-442-443と1-443-444と1-444-445と1-445-446と1-446-447と1-447-448と1-448-449と1-449-450と1-450-451と1-451-452と1-452-453と1-453-454と1-454-455と1-455-456と1-456-457と1-457-458と1-458-459と1-459-460と1-460-461と1-461-462と1-462-463と1-463-464と1-464-465と1-465-466と1-466-467と1-467-468と1-468-469と1-469-470と1-470-471と1-471-472と1-472-473と1-473-474と1-474-475と1-475-476と1-476-477と1-477-478と1-478-479と1-479-480と1-480-481と1-481-482と1-482-483と1-483-484と1-484-485と1-485-486と1-486-487と1-487-488と1-488-489と1-489-490と1-490-491と1-491-492と1-492-493と1-493-494と1-494-495と1-495-496と1-496-497と1-497-498と1-498-499と1-499-500と1-500-501と1-501-502と1-502-503と1-503-504と1-504-505と1-505-506と1-506-507と1-507-508と1-508-509と1-509-510と1-510-511と1-511-512と1-512-513と1-513-514と1-514-515と1-515-516と1-516-517と1-517-518と1-518-519と1-519-520と1-520-521と1-521-522と1-522-523と1-523-524と1-524-525と1-525-526と1-526-527と1-527-528と1-528-529と1-529-530と1-530-531と1-531-532と1-532-533と1-533-534と1-534-535と1-535-536と1-536-537と1-537-538と1-538-539と1-539-540と1-540-541と1-541-542と1-542-543と1-543-544と1-544-545と1-545-546と1-546-547と1-547-548と1-548-549と1-549-550と1-550-551と1-551-552と1-552-553と1-553-554と1-554-555と1-555-556と1-556-557と1-557-558と1-558-559と1-559-560と1-560-561と1-561-562と1-562-563と1-563-564と1-564-565と1-565-566と1-566-567と1-567-568と1-568-569と1-569-570と1-570-571と1-571-572と1-572-573と1-573-574と1-574-575と1-575-576と1-576-577と1-577-578と1-578-579と1-579-580と1-580-581と1-581-582と1-582-583と1-583-584と1-584-585と1-585-586と1-586-587と1-587-588と1-588-589と1-589-590と1-590-591と1-591-592と1-592-593と1-593-594と1-594-595と1-595-596と1-596-597と1-597-598と1-598-599と1-599-600と1-600-601と1-601-602と1-602-603と1-603-604と1-604-605と1-605-606と1-606-607と1-607-608と1-608-609と1-609-610と1-610-611と1-611-612と1-612-613と1-613-614と1-614-615と1-615-616と1-616-617と1-617-618と1-618-619と1-619-620と1-620-621と1-621-622と1-622-623と1-623-624と1-624-625と1-625-626と1-626-627と1-627-628と1-628-629と1-629-630と1-630-631と1-631-632と1-632-633と1-633-634と1-634-635と1-635-636と1-636-637と1-637-638と1-638-639と1-639-640と1-640-641と1-641-642と1-642-643と1-643-644と1-644-645と1-645-646と1-646-647と1-647-648と1-648-649と1-649-650と1-650-651と1-651-652と1-652-653と1-653-654と1-654-655と1-655-656と1-656-657と1-657-658と1-658-659と1-659-660と1-660-661と1-661-662と1-662-663と1-663-664と1-664-665と1-665-666と1-666-667と1-667-668と1-668-669と1-669-670と1-670-671と1-671-672と1-672-673と1-673-674と1-674-675と1-675-676と1-676-677と1-677-678と1-678-679と1-679-680と1-680-681と1-681-682と1-682-683と1-683-684と1-684-685と1-685-686と1-686-687と1-687-688と1-688-689と1-689-690と1-690-691と1-691-692と1-692-693と1-693-694と1-694-695と1-695-696と1-696-697と1-697-698と1-698-699と1-699-700と1-700-701と1-701-702と1-702-703と1-703-704と1-704-705と1-705-706と1-706-707と1-707-708と1-708-709と1-709-710と1-710-711と1-711-712と1-712-713と1-713-714と1-714-715と1-715-716と1-716-717と1-717-718と1-718-719と1-719-720と1-720-721と1-721-722と1-722-723と1-723-724と1-724-725と1-725-726と1-726-727と1-727-728と1-728-729と1-729-730と1-730-731と1-731-732と1-732-733と1-733-734と1-734-735と1-735-736と1-736-737と1-737-738と1-738-739と1-739-740と1-740-741と1-741-742と1-742-743と1-743-744と1-744-745と1-745-746と1-746-747と1-747-748と1-748-749と1-749-750と1-750-751と1-751-752と1-752-753と1-753-754と1-754-755と1-755-756と1-756-757と1-757-758と1-758-759と1-759-760と1-760-761と1-761-762と1-762-763と1-763-764と1-764-765と1-765-766と1-766-767と1-767-768と1-768-769と1-769-770と1-770-771と1-771-772と1-772-773と1-773-774と1-774-775と1-775-776と1-776-777と1-777-778と1-778-779と1-779-780と1-780-781と1-781-782と1-782-783と1-783-784と1-784-785と1-785-786と1-786-787と1-787-788と1-788-789と1-789-790と1-790-791と1-791-792と1-792-793と1-793-794と1-794-795と1-795-796と1-796-797と1-797-798と1-798-799と1-799-800と1-800-801と1-801-802と1-802-803と1-803-804と1-804-805と1-805-806と1-806-807と1-807-808と1-808-809と1-809-810と1-810-811と1-811-812と1-812-813と1-813-814と1-814-815と1-815-816と1-816-817と1-817-818と1-818-819と1-819-820と1-820-821と1-821-822と1-822-823と1-823-824と1-824-825と1-825-826と1-826-827と1-827-828と1-828-829と1-829-830と1-830-831と1-831-832と1-832-833と1-833-834と1-834

ドロップされた光信号の波長と AOTF1 8 2 の選択波長が一致することがある。従って、AOTF1 8 2 で選択された光信号を監視し、光信号の波長と AOTF1 8 2 の選択波長を一致させる必要がある。そこで、AO T F 1 8 2 の後段に例えば、1 : 1 カブリ 1 8 3 を設け、大半を光受信器で受信すると共に、一部をフォトダイオード PD1 8 5 でパワーを検出して、その結果をトランシミング回路 1 8 6 に送るようにする。トランシング回路 1 8 6 では、AOTF1 8 2 に印加する RF 信号の周波数を確かに変えて、あるいは、AOTF1 8 2 に附加する RF 信号のベースの周波数に低周波成分を加重し、PD1 8 5 で受信される光信号のパワーの変化を検出し、各 PD1 8 5 で受信する光信号のパワーが最も大きくなるように制御する。これは、RF 信号の周波数を大きいほどと小さいほどに振るようにならかにしたとき、周波数の大きいほうに振ったときと小さいほうに振ったときとが小さくなれば、中心の周波数のとき光信号の受信パワー

CPU193と情報を交換しながら、図1-8で説明した処理と同様の処理により、AOTF200をトランкиングする。光カブラー199から出力された光は、光変調器199によって遮断され、次段で増幅された後、AOTF196で波長選択を受ける。このAOTF196は、AOTF200と同じ波長選択特性を有することになる。同じ波長の光信号を適切に選択することができる。AOTF196を通過した光信号は、アド光信号としてCPU193が取得し、直接AOTF196に附加される。これにより、AOTF196とAOTF200は同じ波長選択特性を有することになり、同じ波長の光信号を適切に選択することができる。AOTF196で合波され、途中分岐端子アダプタ195で分歧して、AOTF180をスルーした光信号と光カブラー190で合波される。

【0126】このように、AOTF及びレーザパンクを用いることにより、ODMのハードウェアをほとんど変更することなく固定波長型から任意波長型へのアップグレードが可能となる。

【0127】図21は、AOTFの構成を示す図である。AOTFは、二オブリキウムの基板に面図太板のように光路盤路を形成し、導波器の交叉する部分に偏光ビームスプリッタPBSを設けている。RF信号は、1DT (inter digital transducer) と呼ばれる、幅を交互にかみ合わせたような電極に印加される。IDTに所定の周波数のRF信号が印加されると、弹性表面波(SAW)が発生し、基板の界面を伝播する。このSAWが伝播することによる影響は、基板内部の光導波路にもおよび、周期的に変化させて、基板内部に複数波板のような構造を形成する。SAWガイドは、基板面上に貼り付けられた金属性であり、SAWはこのガイドに沿って進行する。

【0128】入力から、入力された光信号は、AOTFの構成される光のパワーへRF信号の強度に依存して、AOTFを駆動し、動作が安定したら、光変調器を駆動する。AOTF180の動作が安定したら、光受信器184でドロップ光信号を受信する。次にAOTF196、200を駆動し、動作が安定したら、光変調器197を駆動し、アド光信号を送出する。

【0129】図20は、AOTFへのRF信号の印加の仕方を説明する図である。AOTFに突然RF信号を印加すると、対応する光信号が突然選択され、出力される。ところで、AOTFはロスが大きいので、通常AO10TFの後段にアンプが挿入される。この構成において、AOTFが突然光信号を選択し、光アンプに急に強度の大きな光が入力されると、光サージ現象が起きてしまう。これを防ぐために、光アンプに入力される光が5.0～6.0 msの時間をかけて立ち上がる必要がある。そこで、RF信号のパワーを5.0～6.0 msかけて徐々にいっぱいのパワーまで上げるようにする。このようにすれば、AOTFで選択される光のパワーへRF信号の

元ペイオフアーティクルを示す。ドレンチャーブル回路110は、このような状態を検出するようにRF信号を調整し2で解釈される。この結果は、OADM装置制御CPU19で制御信号生成に使用され、AOTF180やAOOTF196、あるいは、トランシング回路203を介してAOTF200を制御する。
【0116】図119は、OADMシステムのAOTFの全体の制御を示す図である。同図で、図118と同じ番号のついているものは同じものなので詳しい説明を省略す
る。

【0122】 AOTF の全体制御において、動作シーケンスを可能としている。

【0126】このように、AOFT及びレーザパンクを用いることにより、ODAMのハードウェアをほとんど変更することなく固定波型から任意波形へのアップグレードが可能となる。

【0127】図21は、AOFTの構成を示す図である。AOFTは、ニオブ酸リチウムの基板に同大太線のように光導波路を形成し、導波路の交叉する部分に偏光ビームスプリッタPBSを設けている。RF信号は、IDT (inter digital transducer) と呼ばれる、極を交互に組み合わせたような電極に印加される。IDTに所定の周波数のRF信号が印加されると、弹性表面波 (SAW) が発生し、基板の表面を伝播する。このSAWが伝播することによる影響は、基板内部の光導波路にもおよび、周折率を周期的に変化させて、基板内部に薄い波長板のような構造を形成する。SAWガイドは、基板表面に貼り付けられた金属膜であり、SAWはこのガイドに沿って進行する。

【0128】光入射から入力された光信号は、IDTで

ドとTMモードどが混在したものであるが、PBS1で TMモードとTEモードに分かれて別々の導波路を伝播する。ここで、入力された光信号のうち、SAWとともにうどう相互通作用する波長があると、上記した、高い波長板の作用により、TEモードとTMモードとが入れ替わる。従つて、PBS2での当該波長の進行方向が変わ

り、ドロップ光屈折として出力される。一方、SAWとちようど相互作用する波長以外の波長の光は、SAWの影響がランダムに働き、TEモードとTMモードの入れ換が起こらない。従って、そのような波長の光は光出力へスルー光として出力される。

【0129】同様に、同回のアド光信号が入力されると、PBS1でTEモードとTMモードとに分岐され進むが、アド光信号はドロップ光信号と同じ速度を有しているので、SAWと相互作用し、TEモードとTMモードが入れ替わって、光出力として送出される。このようにして、光信号のアド動作が行われる。

【0130】ところで、二オブジェチュームは、複屈折特性を有しているので、TEモードの伝搬速度とTMモードの伝搬速度は導波路内で異なってしまいます。従って、モード変換を受けない波長の光は屈曲モード分離を受けたまま光出力として送出されてしまう。一方、モード変換を受ける波長の光は導波路内では同じ時間TEモードとTMモードでいるので、両方のモードで伝播する光学的長さが同じとなり、屈曲モード分離は打ち消されて出力される。

【0131】なお、このようなAOTFにおいては、導波路のパラメータ(長さ等)を適切に選んでやると、口を小さくしたり、選択性の波長範囲を狭くすることが可能になります。

選択特性の波長幅を狭くすることにより、クロストークを小さくすることができる。また、SAWガイドを斜めに配置したことによっても、波長選択特性のサ

ンスは以下のようにする。すなわち、**最初に駆動し、動作が安定したら、次に停止を駆動する。** AOTF 180°の動作が安定すると、AOTF 180°の動作が受信する光信号は、AOTF 180°を駆動し、アド光信号を送出する。[0123] 図 20 は、AOTF への入力方を説明する図である。AOTF に光信号を入力すると、対応する光信号が突然選択される。AOTF の後段に光アンプが挿入されると、そこで、AOTF が突然光信号を選択して、AOTF が突然光信号を選択すると、光强度の大きい光が入力されると、光エネルギーが大きくなる。これを防ぐためには、光アンプを 50 ~ 60 ms の時間をかけて立ち上げることで、RF 信号のパワーを 5.0 ~ 6.0 dB まで上げるようにすれば、AOTF で選択される光のパワーは、AOTF で選択される光のパワーまで上昇する。

自然数)。Rは、設問時に回路ができるまで、常に0とみなす。Rの値が0となるのは、アナログ的に滑らかに上昇させる。Rの値が1となるのは、デジタル制御することを考えて、5.0~6.0

ルーニングすれば良い。この場合は、印加するRF信号周波数を選択する波長をすれば良い。

ンスは以下のようにする。すなわち、AOTF1 82を垂直に駆動し、動作が安定したら、次にAOTF1 80を駆動する。AOTF1 80の動作が安定したら、光受器1 84でドップルRF信号を受信する。次にAOTF1 96、2 00を駆動し、動作が安定したら、光変調器1 97を駆動し、アドRF信号を送出する。

【0 1 2 3】図2 0は、AOTFへのRF信号の印加の仕方を説明する図である。AOTFに突然RF信号を印加すると、対応する光信号が突然鋸歎され、出力される。ところで、AOTFはロスが大きいので、通常AO-TFの後段に光アンプが挿入される。この構成において、AOTFが突然光信号を選択し、光アンプに急に強度の大きい光が入力されると、光サージ現象が起きてしまう。これを防ぐためには、光アンプに入力される光が5 0～6 0 m sの時間をかけて立ち上がる必要がある。そこで、RF信号のパワーを5 0～6 0 m sかけて徐々に上げるようにする。このようにすれば、AOTFで調製される光のパワーはRF信号の

R.F信号の立上げ方として、最も多く用いられるのが、デジタル的上昇時間(自然数)式である。これは、アナログ的に滑らかに上昇させる方法もあるが、デジタル的上昇時間(自然数)式は、R.F信号を上昇させるようにR.F信号に分割してR.F信号毎に上昇させるようにならなければならない。したがって、R.F信号毎に上昇させるには、デジタル的上昇時間(自然数)式は、設置時に回路をできるだけ簡単しながら

[0124] 以上説明したような、AOTFを用いたOADMでは、このようなアップグレードが可能である。OADMの初期導入時には、アドするチャネル(波長)及びドロップするチャネル(波長)を固定しておき、チャネル固定型のOADMとして運用する。この場合、AOTF10に印加するRF信号周波数 f_1 、 f_2 、 \dots f_n を固定することによって実現できる。アドするチャネルが固定であるため原理的にはRF信号周波数を変化する必要がなく、制御が容易である。

[0125] 次に、任意のチャネル(波長)をアドする任意波長型のOADMが要求される場合には、AOTF10に印加するRF信号周波数 f_1 、 f_2 、 \dots f_n を可変にする機能を設けるだけでも実現できる。例えば、図1において、ドロップするチャネルを変更する場合には、AOTF10に印加するRF信号周波数を変更するチャネル(波長)に合わせて変更すればよい。また、アドするチャネルを変更する場合はには、LD19、 8×8 カブリから構成されるレーザーネットを設け、 8×8 カブリから出力されるWDM光(波長多選された光)から選択する波長をAOTF14でチ

モード切換用スイッチを複数個用意する。この場合は、AO TFT 14に印加するRF信号周波数を選択する波長に合わせて変化させれば良い。

【0126】このように、AOTF及びレーザパンクを用いることにより、OADMのハードウェアをほとんど変更することなく固定波長型から任意波長型へのアップグレードが可能となる。

【0127】図21は、AOTFの構成を示す図である。AOTFは、ニオブ酸リチウムの基板に開拓太線のように光導波路を形成し、導波路の交叉する部分に偏光ビームスプリッタPBSを取り付けている。RF信号は、10 D T (inter digital transducer) と呼ばれる、極を交互に組み合わせたような電極に印加される。IDTに所定の周波数のRF信号が印加されると、弹性表面波 (SAW) が発生し、基板の界面を伝播する。このSAWが伝播することによる影響は、基板内部の光導波路に最もおよび、屈折率を周期的に変化させて、基板内部に複数の波長帯の光路を形成する。SAWガイドは、基板表面に貼り付けられた金属膜であり、SAWはこのガイドに沿って進行する。

【0128】半入力から入力されると半倍音即ち TR 一

と TMモードどが混在したものであるが、PBS 1 で
TMモードと TEモードに分かれ別々の導波路を伝播
する。ここで、入力された光信号のうち、SAW と ちょ
うど相互作用する波長の光があると、上記した、薄い玻
板の作用により、TEモードと TMモードどが入れ替
わる。従つて、PBS 2 での当該波長の進行方向が変わ
る。

り、ドロップ光屈折として出力される。一方、SAWと
ちょうど相作用する波長以外の波長の光は、SAWの
影響がランダムに働き、TEモードとTMモードの入
換が起らなくなる。従って、そのような波長の光は光出
力へスルーライトとして出力される。

[0129] 同様に、前回のアド光信号が入力される
と、PBSにてTEモードとTMモードとに分岐されて
進むが、アド光信号はドロップ光信号と同じ波長を有し
ているので、SAWと相互作用し、TEモードとTMモ
ードとが入れ替わって、光出力として送出される。この
ようにして、光信号のアド動作が行われる。

[0130] ところで、ニオブ酸リチウムは、複屈折の
特性を有しているので、TEモードの伝搬速度とTMモ
ードの伝搬速度は導波路内で異なってしまう。従って、
モード変換を受けない波長の光は偏波モード分散を受け
たまま光出力として送出されてしまう。一方、モード変
換を受ける波長の光は導波路内でほぼ同じ時間TEモー
ドとTMモードで、両方のモードで伝播する光
学的性状が同じとなり、偏波モード分散は打ち消されて
出力される。

[0131] なお、このようなAO TFTにおいては、導
波路のパラメータ（長さ等）を適切に選んでやると、口
径を小さくしたり、選択性の波長範囲を狭くすることが
可能となる。

AOOTF14に用
こ合わせて変化さ
できる。選択特性の波長幅を狭くすることにより、クロ
ストークを小さくすることができる。また、SAWガイ
ドを解めに配置したことによつても、波長選択特性のサ

39 後、ポート1から出力される信号は位相遅延を受けずか
ブリに投入され、AOTF #1に印加される。ポート2
から出力されるRF信号は、240°の位相遅延を受け
て、カプラに入力され、AOTF #2に印加される。ボ
ート3からのRF信号は120°の位相遅延を受けて、
カプラに入力され、AOTF #3に印加される。

[0154] ディオル3用の発振器OSC3からのRF
信号はディバイダで分岐された後、ポート1～3のいず
れの信号も位相遅延を受けることなく、1～3段のAO
TF #1～#3に印加される。

[0155] 後は、同様に、上記発振器OSC1～OS
C3までの位相遅延の仕方を取り返し、発振器OSCn
までをカブラーに接続し、1～3段までのそれたのAO
TF #1～#3にRF信号が印加される。

[0156] 位相遅延部としては、ケーブルを長くする
とか、トランプを抜け、信号を取り出る位置を変えると
か、遅延線を使用する等が考えられる。ただし、トラン
プを使用した場合には、信号を取り出す位置によりシ
ビーダンスが異なったりするので、あまり、好みとい
うはいえず、また、遅延線はRF信号の波形が崩れる恐れ
があるので、本実施形態においては、ケーブルを長くす
ることによって位相遅延を与える。ケーブルを使つ
た場合、RF信号が17.0MHzの場合、1.5μm帯に
長い利得障壁を持つエルビウムドーブファイバアン
プ(EDFA)が実用段階にある。しかし、現在世界的に
最も普及している既設の1.3μm帯非分散シングルモ
ードファイバ(SMF)伝送路上で、1.5μm帯信号の
高速伝送を行う場合、あるいは使用波長域で分散値が
零でないnon-zero-dispersion shifted fiber(NZ
-DSF)伝送路を用いる場合、伝送路の波長分散特性
あるいは分散特性と光ファイバ中で発生する自己位相変
化の相互作用で伝送波形が歪む。WDM伝送システムで分
散特性との相互作用で波形劣化を引き起こす非線形効
果は、伝送波長が1波長の場合にでも発生する自己位相変
化効果(SPM)と多波長の場合に発生する相互位相変
化効果(XPM)の2つである。SPM、XPM共、伝
チャネル用の発振器を全て用意していたので、ドロップ
する光信号もドロップすることができるように、各
波長の光信号を対応しない発振器は、抜けられて
いるにも関わらず、使用されない状態となってしまう。
つまり、無駄な発振器を用意していることになる。

[0158] ところで、電気信号の発振器は通常発振周
波数を変えることができるようになっているので、発振
器をドロップする波長の数だけ用意しておき、ドロップ
する光信号の波長が変わったときにには発振器の発振周波
数を変化させることによって、対応するような回路構成
也可能である。このような構成の価格を示したのが同図
である。

[0159] ここでは、ドロップされる光信号の波長数
は8個であると決められているとする。この場合、発振
器はOSC1～OSC8の8つのみを設けておく。各発
振器OSC1～OSC8から出力されるRF信号は、3
段のAOTFのいずれかに印加するためにティハイダで
三分岐され、三分岐されたRF信号は、更に後段のディ
バイダによって3つに分岐される。このようにして後段
のティハイダによって3つに分けられたRF信号は、そ
れぞれ位相遅延無し、120°位相遅延、240°位相
遅延の三種類とされて、シンチに入力される。ポート2
は、AOTF #1に印加される。ポート3は、カプラに入
力され、AOTF #2に印加される。ポート1は、カ
プラに入力され、AOTF #3に印加される。

[0160] 同図では、発振器OSC1に対応する構成
のみが示されているが、他の発振器OSC2～OSC8
に対応する構成もまったく同じである。このように構成
することにより、各発振器OSC1～OSC8が発振す
ることにより、各発振器OSC1～OSC8が発振す
るRF信号を所望の位相差を付けて各段のAOTF #1
～#3に加えることができる。発振器OSC1～O
SC8の発振周波数が変わった場合には、AOTFに適
切な位相制御を行ったRF信号を印加し、選択された波
長の光信号のパワーのピートを平滑化することができ
る。

[0161] また、上記説明では、位相遅延量は120°
単位であったが、段々上最も良い位相遅延量を設定す
べきであって、本実施形態のように必ずしも120°に
限られたものではない。

[0162] 図30は、OADM装置を含むOADMシ
ステムのシステム構成を説明する図である。WDM伝送
システムに適用する光アンプとして、1.5μm帯に
長い利得障壁を持つエルビウムドーブファイバアン
プ(EDFA)が実用段階にある。しかし、現在世界的に
最も普及している既設の1.3μm帯非分散シングルモ
ードファイバ(SMF)伝送路上で、1.5μm帯信号の
高速伝送を行う場合、あるいは使用波長域で分散値が
零でないnon-zero-dispersion shifted fiber(NZ
-DSF)伝送路を用いる場合、伝送路の波長分散特性
あるいは分散特性と光ファイバ中で発生する自己位相変
化の相互作用で伝送波形が歪む。WDM伝送システムで分
散特性との相互作用で波形劣化を引き起こす非線形効
果は、伝送波長が1波長の場合にでも発生する自己位相変
化効果(SPM)と多波長の場合に発生する相互位相変
化効果(XPM)の2つである。SPM、XPM共、伝
チャネル用の発振器を全て用意していたので、ドロップ
する光信号は通常発振周波数を変えることができるよう
にしている。これ光ファイバの分散特性に起因する影
響は伝送速度、伝送距離を制限する大きな要因となる。
このため何らかの方法でこれらの影響を抑止する必要が
ある。

[0164] 抑止する方法として、伝送路で発生する分
散と逆符号の分散を有する分散補償器を伝送路に挿入
し、全伝送路の分散を小さくする方法が提案されてい
る。分散補償器としては、ファイバグレーティングを用
いたもの、光子渦計を用いたもの、伝送路と逆の分散特
性を持つ光ファイバを用いたもの等様々な方法が提案さ
れている。また、送信部で干渉アーチャーをかける方
法(ベースバンド信号の光強度変調成分以外に波長分散変
化による広がりを抑止するため)や、ドロップ
する光信号の波長を増幅する前段アン
プを設ける。ここで、所定のレベルまで増幅された光信号
を意図的に施す方法)、プリチャーピと上記分散補償

40 器との組み合わせで行う方法が提案されている。

[0165] 実システムにおいては、使用する伝送路の
分散値、非線形係数、非線形効果の効率で大きく影響す
る各波長の伝送入力光パワー等にばらつきが生じる。
これらばらつきが生じた場合でも伝送特性に影響を与え
ない方法を適用する必要がある。また、光波ネットワー
クにおいては、各波長は任意のノードで、分岐、挿入さ
れるため、波長によって伝送ルートが異なる。この場合に
にでも伝送品質を保持する必要がある。

[0166] 従つて、本実施形態では、プリチャーピと
分散補償器とを組み合わせ、さらに分散補償機の挿入位
置、分散前質量、送信部でのプリチャーピ量(αパラメ
ータ)の最適化により問題を解決する。

[0167] 以下に、具体的に説明する。OADMシス
テムは、同図(a)に示されるように、送信部と受信部
の間に伝送路で並び、伝送路中に、光アンプや分散補償
手段、OADMノードが接続された構成となっている。
送信部は、各電気信号を用いて、光信号に非線形効果をあまり示
さないもの、非線形効果による波形劣化を招く恐れがほ
どんどない。併せて、先に光アンプを設けることが可能
な場合は、光アンプを増幅してから分散補償手段に
投入している。光アンプで光信号は非常にパワーの大さ
い信号となるが、分散補償手段が光信号の帯域を狭め
て、後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0168] 一方、同図(b)下段は、分散補償手段が
はかりに大きくなっている。この場合は、増幅された光信号を
そのまま非線形効果による波形劣化を招く恐れがほ
どんどない。併せて、先に光アンプを設けることが可能
な場合は、光アンプを増幅してから分散補償手段に
投入している。光アンプで光信号は非常にパワーの大さ
い信号となるが、分散補償手段が光信号の帯域を狭め
て、後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0169] 以上のように、送信部と受信部の間に可能な構成である。この場合には、光アンプで光信号を増幅してから分散補償手段に
投入している。光アンプで光信号は非常にパワーの大さ
い信号となるが、分散補償手段が光信号の帯域を狭め
て、後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0170] 同図(b)中段は分散補償手段のロスが小
さい場合に可能な構成である。伝送されてきた光信号
は、増幅されないまま分散補償手段に入力され、分散
補償されてから、光アンプで増幅される。この場合は、
分散補償手段のロスが小さいので、分散補償手段を通して
後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0171] 一方、同図(b)下段は、分散補償手段が
はかりに大きくなっている。この場合は、増幅された光信号を
そのまま非線形効果による波形劣化を招く恐れがほ
どんどない。併せて、先に光アンプを設けることが可能
な場合は、光アンプを増幅してから分散補償手段に
投入している。光アンプで光信号は非常にパワーの大さ
い信号となるが、分散補償手段が光信号の帯域を狭め
て、後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0172] 分散補償手段のロスが大きくなるほどがほ
どんどない。併せて、先に光アンプを設けることが可能
な場合は、光アンプを増幅してから分散補償手段に
投入している。光アンプで光信号は非常にパワーの大さ
い信号となるが、分散補償手段が光信号の帯域を狭め
て、後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0173] 図31は、OADM装置部分の分散補償の
構成を示す図である。OADM装置では、ドロッ
プされた光信号を分波するマルチプレクサ(MU
X)によって分散補償手段と受信部の間にノードが
3つ並んでおり構成を示す。同図(b)の上段の構成を用い
て、伝送路のE/F/OADMサブユニットによって生成さ
れた光信号がマルチプレクサMU/Xによって波長多plexさ
れて送出される。波長多plexされた光信号は光アンプで増幅
され、分散補償手段によって分散補償されてから再び光
アンプで増幅されて、伝送路に送出される。伝送路の
分散量を1.6ps/nm/kmで、8.0kmで(光アン
プノード間等ノード間の伝送路のことをスペ
ンと呼ぶ)、4.5ps/nm(送信局と受信局の間にノードが
3つ並んでいる構成を示す。同図の場合は、ノードとして
2つの光アンプと分散補償手段の組み合せ2つとOADM
ノードが1つ流れられている。)の場合、送信部の
分散補償手段の構成量は、例えば、-7.00ps/nmである。
また、途中に入れられるノードとしての分散補
償手段の分散補償量は例えば-1.200ps/nmである
。E装置とからなっている。ここで、受信部の
分散補償手段の構成量は、例えば、-1.200ps/nmである。
E装置によって波長を電気信号に変換するO
ノードと、分波された波長の光信号を電気信号に変換するO
ノードと、受信部の分散補償手段を構成する場合の光ア
ンプとの組み合わせの変形例を示した図である。

[0174] 同図(b)上段は、分散補償手段によって分散
補償手続を実現する光信号と同様に分散補償を受けられらる
うに送信される光信号とドロップされた光信号を受信部に送
信する光信号と同様の分散補償が受けられるよう構
成する。

[0175] 一方、ドロップされた光信号は、図30の伝送路中に設けられる分散補償手
段の分散補償量と同じ-1.200ps/nmの補償量を
有する分散補償手段によって分散補償され、OADM装
置に入力する。スルーする光信号は、OADM装置がな
かったようにそのまま伝送されいく。一方、ドロップ
された光信号も-1.200ps/nmの補償を受けて、
される光信号も-1.200ps/nmの補償を受けて、
ドロップされトリビュータリ局に送信されるので、トリ

41 男は、分散補償手段に入力され、分散補償される。分散
補償手段から出力された光信号は、後の光アンプによ
つて、例えば8.0km伝送し、次の光中继器まで光信号
を送信するのに必要なレベルまで増幅される。

[0176] 同図(b)中段は分散補償手段のロスが小
さい場合に可能な構成である。伝送されてきた光信号
は、増幅されないまま分散補償手段に入力され、分散
補償されてから、光アンプで増幅される。この場合は、
分散補償手段のロスが小さいので、分散補償手段を通して
後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0177] 一方、同図(b)下段は、分散補償手段が
はかりに大きくなっている。この場合は、増幅された光信号を
そのまま非線形効果による波形劣化を招く恐れがほ
どんどない。併せて、先に光アンプを設けることが可能
な場合は、光アンプを増幅してから分散補償手段に
投入している。光アンプで光信号は非常にパワーの大さ
い信号となるが、分散補償手段が光信号の帯域を狭め
て、後から光アンプで増幅してもSN比を悪くす
ることない。

[0178] 以上のように、各分散補償手段の分散補
償量を40と定めたが、送信部から受信部に送
信される光信号と同様の分散補償が受けられるよう構
成する。

[0179] 一方、ドロップされた光信号は、図30の伝送路中に設けられる分散補償手
段の分散補償量と同一-1.200ps/nmの補償量を
有する分散補償手段によって分散補償され、OADM装
置に入力する。スルーする光信号は、OADM装置がな
かったようにそのまま伝送されいく。一方、ドロップ
された光信号も-1.200ps/nmの補償を受けて、
される光信号も-1.200ps/nmの補償を受けて、
ドロップされトリビュータリ局に送信されるので、トリ

れる。

【0214】また、図52に示すようにOADMノードの東側の伝送路が現用、西側共に使えなくなった場合には、上記と動作は同じであるが、光ループ・バックスイッチ4 0の動作を光ループ・バックスイッチ4 5と3が行い、光ループ・バックスイッチ4 6と4 9の動作を光ループ・バックスイッチ4 4と4 5が行う。

【0215】図53は、図50のOADMノードを用いてリンクネットワークを構成した場合の図である。また、図54は、OADMノードAの西側でケーブル断が生じた場合の例を示す図である。この場合、OADMノードAでは、図51と同様にループ・バックスイッチ4 4 5、4 4 6、4 4 9、4 5 0が動作し、まだOADMノードBでは図52と同様に、ループ・バックスイッチ4 4 1、4 4 2、4 5 3、4 5 4が動作する。

【0216】図55は、光1+1プロテクションスイッチ4 1～3の光信号は、北米SONET OC-192又はOC-48、OC-12等に対応したフレーム構成を有する。

【0217】図55は、光1+1プロテクションスイッチ4 1プロテクションスイッチ4 1によって透明化された光信号は互いに合体されて波長多重光信号として伝送路に再び送出される。

【0221】このような再生器4 7 1を駆動する方法は、直線型のネットワークでは、所定数の光アンプを通して、そこには再生器4 7 1を駆動するようになりますが、冗長化が機能しなくなるので、光1+1プロテクションスイッチそのものも冗長化しておくのが好ましい。

【0218】入力側から入力された光信号は、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1によってそれぞれ2分岐され、ゲートスイッチ4 6 2～4 6 5に入力される。ゲートスイッチ4 6 2～4 6 5を通過した光信号は、 2×1 カプラ4 6 6、4 6 7から出力側に出力される。 2×1 カプラ4 6 6と4 6 7の内、いずれかが故障した場合には、ゲートスイッチ4 6 2、4 6 3か、ゲートスイッチ4 6 4、4 6 5のいずれかを閉じた状態にし、もう一方を閉じて、光信号を送り出すようになる。また、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1のいずれかが故障した場合には、ゲートスイッチ4 6 2、4 6 4か、ゲートスイッチ4 6 3、4 6 5のいずれかを閉じた状態にし、もう一方を閉じて、光信号を送り出すようになる。

【0219】このように、ゲートスイッチ4 6 2～4 6 4を切り替えることによって、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1、4 6 6、4 6 7のいずれかが故障しても対応することができる。

【0220】図56は、光伝送路において、再生器をどう切り替えることによって、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1に押入するかに関する考え方を説明する図である。同図(a)に示されるように、光伝送路には、光アンプ4 7 0～4 7 0-4が設けられ、これら光アンプ4 7 0-1～4 7 0-4を所定箇所で再生器4 7 1で光信号の再生を行う。

【0221】同図(b)には、光アンプ4 7 0-1～4 5を切り替えることによって、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1、4 6 6、4 6 7のいずれかが故障しても対応することができる。

【0220】図56は、光伝送路において、再生器をどう切替えることによって、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1に押入するかに関する考え方を説明する図である。同図(a)に示されるように、光伝送路には、光アンプ4 7 0-1～4 7 0-4が設けられ、これら光アンプ4 7 0-1～4 7 0-4を所定箇所で再生器4 7 1で光信号の再生を行う。

【発明の効果】本発明によれば、回路構成が簡単で、安価な任意選択性OADM装置及びシステムを構築することができる。

【図1】OADM装置を用いたOADM装置の基本的原理を示す図である。

【図2】実際のAOFTを使用してOADM装置を構成する場合の基本的構成例のプロック図である。

【図3】AOFTを使用したプロードキャストカードのOADM装置の構成例を示すプロック図である。

【図4】OADM装置内のAOFT及び伝送路の冗長構成を示す原理的図である。

【図5】AOFTを使用したOADM装置の具体的構成を示す原理的図である。

<http://www.nsd.co.jp/share/>

7 0-4を中継される際の光信号のレベルの変化とSN光の劣化の様子を示している。同図(b)に示されるように、光信号のレベルは光アンプ4 7 0-1～4 7 0-4でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するにつれて減衰するということを繰り返している。従って、光信号のレベルのみに着目すれば、伝送路に適当な剛性で光アンプを配置しておけばよい。しかし、同図(b)のSN比のグラフに示されるように、光信号はAS E(Amplified Spontaneous Emission)というノイズが混み重なっているので、SN比は徐々に悪化していく。SN比の劣化は、劣化すればするほど悪化の仕方が小さくなっていくが、そのような状況になると光信号の情報を正確に読み取ることができなくなってしまう。従って、SN比が悪くなりきらない内に、再生器4 7 1を使って光信号の再生を行なわなくてはならない。再生器4 7 1は必ず波長多重された光信号を各波長に分派し、各波長毎に光受信機ORで光受信し、3R処理を行つて電気信号を生成する。各波長毎に再生された光信号を変換して送出する。各波長毎に再生された光信号は互いに合体されて波長多重光信号として伝送路に再び送出される。

【0222】このような再生器4 7 1を駆動する方法は、直線型のネットワークでは、所定数の光アンプを通して、そこには再生器4 7 1を駆動するようになりますが、冗長化が機能しない場合には、冗長化が機能しなくなるので、光1+1プロテクションスイッチそのものも冗長化しておくのが好ましい。

【0223】入力側から入力された光信号は、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1によってそれぞれ2分岐され、ゲートスイッチ4 6 2～4 6 5に入力される。ゲートスイッチ4 6 2～4 6 5を通過した光信号は、 2×1 カプラ4 6 6、4 6 7から出力側に出力される。 2×1 カプラ4 6 6と4 6 7の内、いずれかが故障した場合には、ゲートスイッチ4 6 2、4 6 3か、ゲートスイッチ4 6 4、4 6 5のいずれかを閉じた状態にし、もう一方を閉じて、光信号を送り出すようになる。また、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1のいずれかが故障した場合には、ゲートスイッチ4 6 2、4 6 4か、ゲートスイッチ4 6 3、4 6 5のいずれかを閉じた状態にし、もう一方を閉じて、光信号を送り出すようになる。

【0224】このように、ゲートスイッチ4 6 2～4 6 4を切り替えることによって、 2×1 カプラ4 6 0、4 6 1、4 6 6、4 6 7のいずれかが故障しても対応することができる。

【図25】共振器の温度依存性を示す図である。

【図26】3段構成のAOFTの選択性の揺らぎと揺らぎ防止対策を説明する図(その1)である。

【図27】3段構成のAOFTの選択性の揺らぎと揺らぎ防止対策を説明する図(その2)である。

【図28】AOFT駆動回路の概略構成を示す第1の例を示す図である。

【図29】AOFTの駆動回路の概略構成を示す第2の例を示す図である。

【図30】OADM装置を含むOADMシステムのシス

テム設計を説明する図である。

【図31】OADM装置部分の分散制御のための構成を示す図である。

【図32】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その1)である。

【図33】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その2)である。

【図34】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その3)である。

【図35】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その4)である。

【図36】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その5)である。

【図37】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その6)である。

【図38】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その7)である。

【図39】送信部、受信部、及びOADM装置のアドレープ側に受けられる分散制御手段の構成例を示す図(その8)である。

【図40】1段目和マージンが7.0%以上の場合はトレンズを示した図である。

【図41】2ファイバBL-SRのOADMノードの構成を示した図である。

【図42】2ファイバBL-SRのOADMノードの構成を示した図である。

【図43】2ファイバBL-SRのOADMノードの構成を示した図である。

【図44】2ファイバBL-SRのOADMノードの構成を示した図である。

【図45】OADMノードを備えた2ファイバBL-SRのネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図である。

【図46】4ファイバBL-SRのOADMノードの構成を示す図である。

【図47】OADMノードを備えた4ファイバBL-SRのネットワークの正常時の構成を説明する図である。

【図48】OADMノードを備えた4ファイバBL-SRのネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図である。

【図49】OADMノードのノード接続・光ケーブル断線時の構成を示す図である。

【図50】1つのファイバBL-SRのノード接続・光ケーブル断線時の構成を示す図である。

【図51】2ファイバBL-SRネットワークに双方向OADMノードを適用した場合のプロトクションバスを説明する図(その1)である。

【図52】2ファイバBL-SRネットワークに双方向OADMノードを適用した場合のプロトクションバスを説明する図(その2)である。

ADMノードを適用した場合のプロトクションパスを説明する図(その2)である。

[図53] 双方向ADMノードを備えた2ファイバB LSRネットワークの正常時の構成を説明する図である。

[図54] 光1+1プロテクションスイッチの構成例を示した図である。

[図55] 光伝送路において、再生器をどのように挿入するかに関する考え方を説明する図である。

[図56] 光伝送路における、再生器をどのように挿入するかに関する考え方を説明する図である。

[図57] 光スイッチを用いた光ADM(OADM)装置の構成の一例を示した図である。

[符号の説明]

1、10、13、14、31、32、42、43、140、
143、180、182、196、200 AOT

F

11、12 8×1カプラ
15、20、21、30、34、40、45、136、
137 光アンプ

16、50、197 (光)変調器

17 電気ADM

18 8×8カプラ

19、139 レーザダイオード

33、35、36、41、44、46、47、142、
181、190、191、194、195、199、2

01 光カプラ

37、48、49 波長選別フィルタ(AOTF)

60～63 1×2スイッチ

130、202 レーザーベンダー

131 分配器

132 チューナブルフィルタ

133、192 (光)スペクトルモニタ

135 外部変調器

138 合波器

141 RF信号発振器

144、184 フォトダイオード(PD)

183 10:1光カプラ

185、198 トランシング回路

186、203 OADM装置制御CPU

193 1×4光スイッチ

194 光波段カウンタ

195 周波数回路

196 驅動回路

197、198 光スイッチまたは光カブチ

199、200 360、361、371 光スイッチ

241 362、370 光カブチ

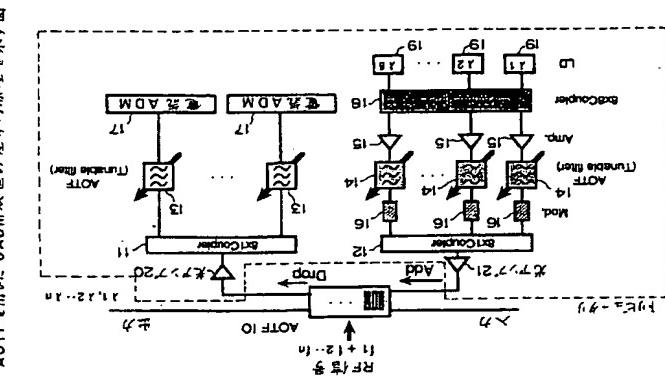
242 410、414、415、419 1×2カブチ

243 411、413、416、418、420、421、4

244 26、427、428、429、434、435、44

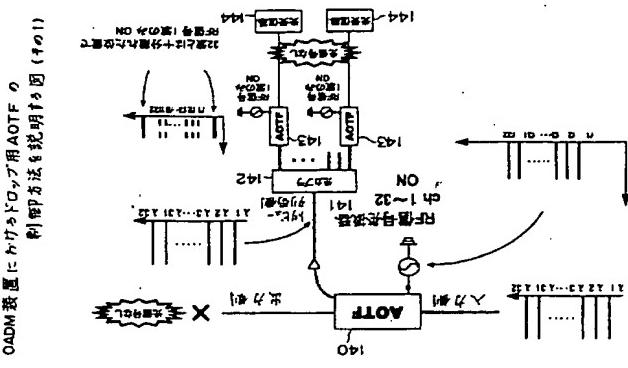
245 1、442、445、446、449、450、45

246 3、454 光ループバックスイッチ

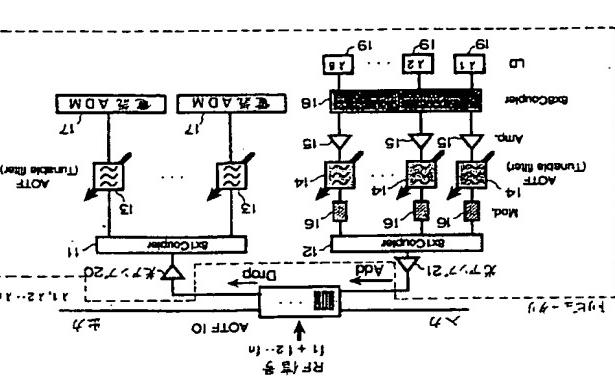


【図1】 AOTFを用いたOADM装置の基本的原理を示す図

【図1-4】 OADM装置にかけたドップ用AOTFの動作方法を説明する図(その1)



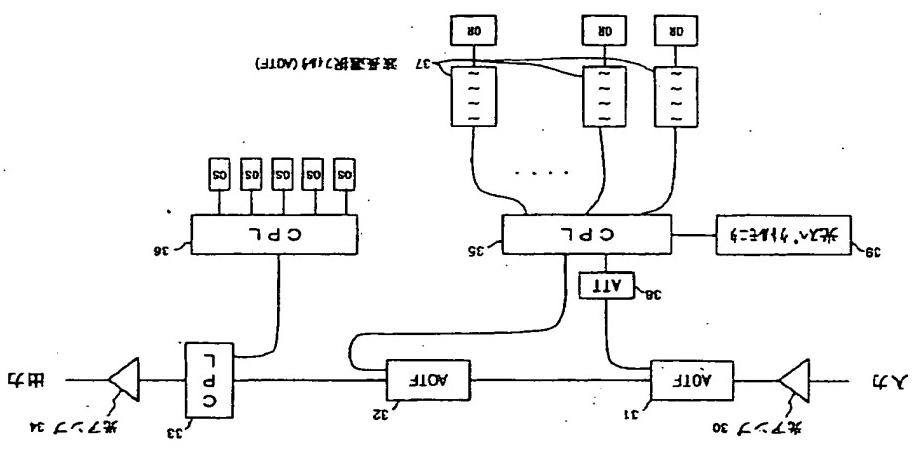
【図1-4】 OADM装置にかけたドップ用AOTFの動作方法を説明する図(その2)



【図1-4】 OADM装置にかけたドップ用AOTFの動作方法を説明する図(その3)

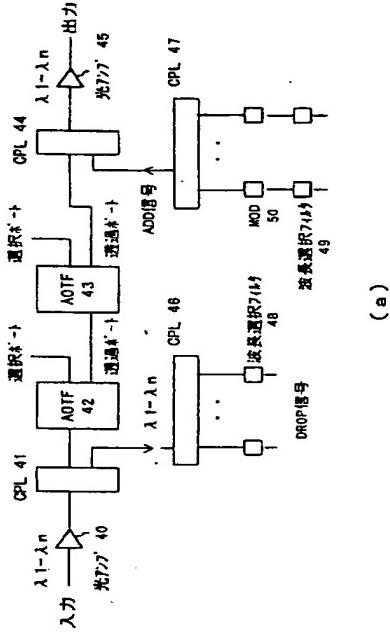
[図2]

実際のAOTFを使用してOADM装置を構成する場合の基本的構成例のブロック図

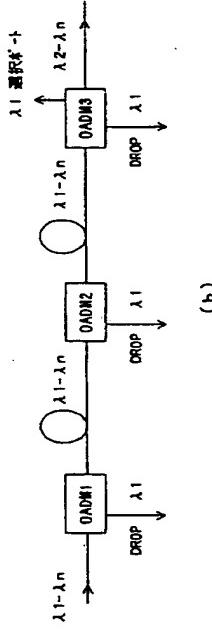


[図3]

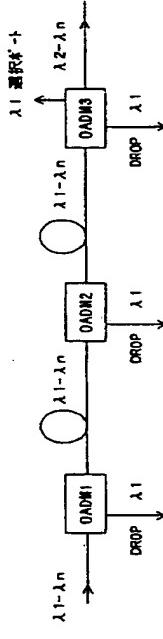
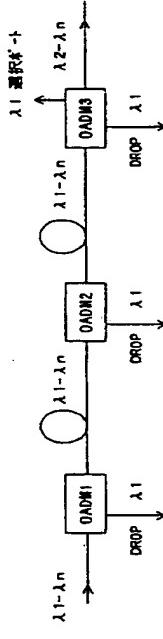
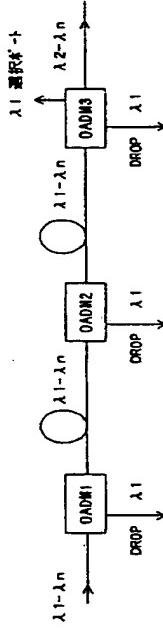
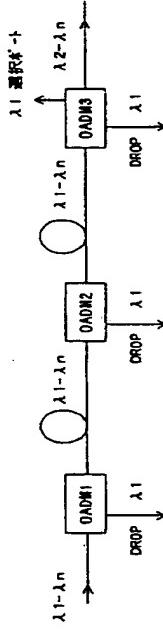
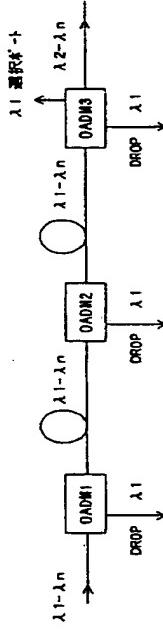
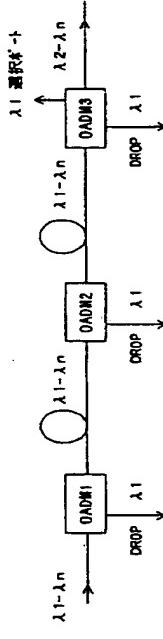
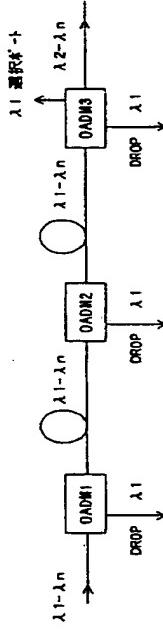
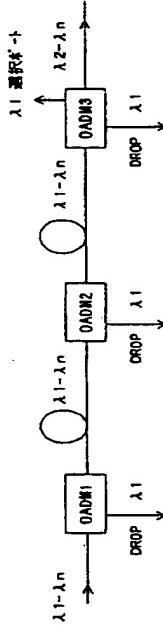
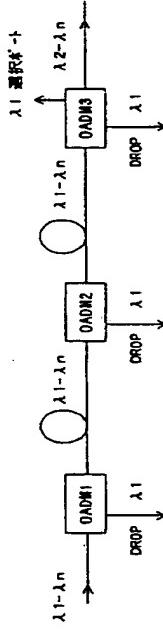
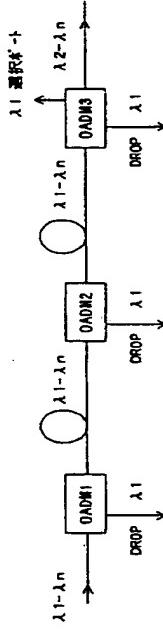
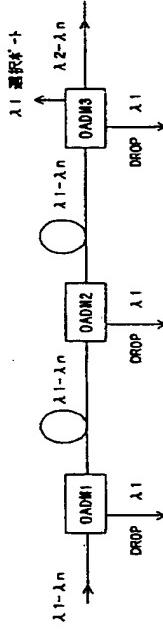
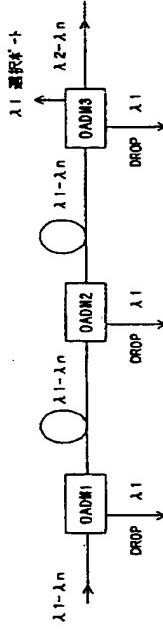
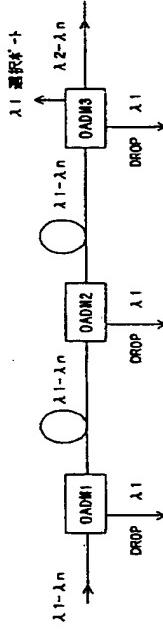
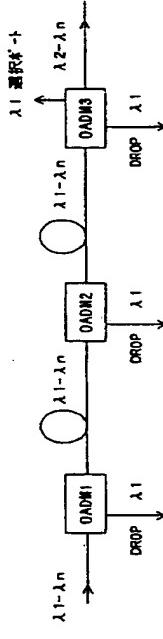
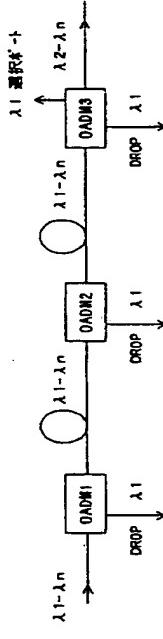
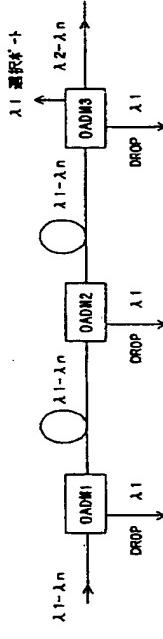
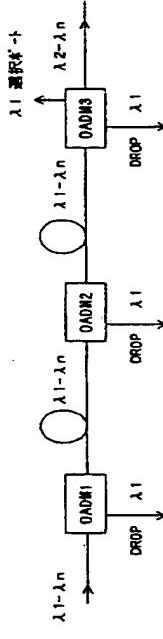
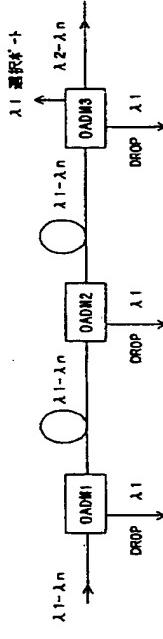
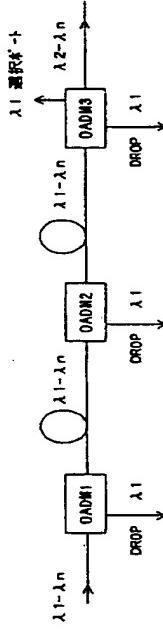
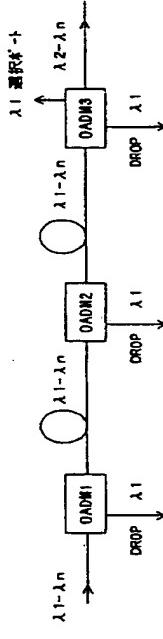
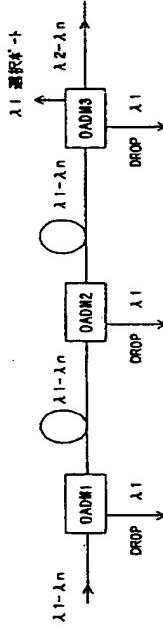
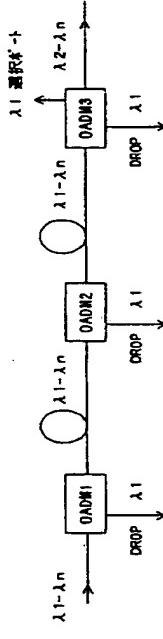
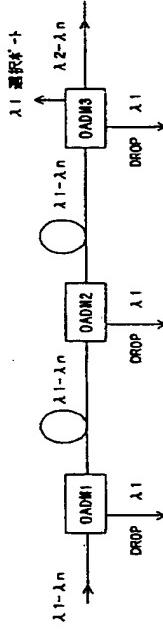
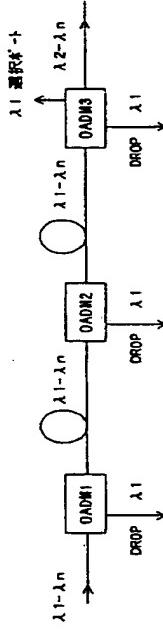
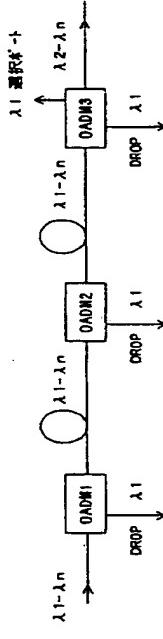
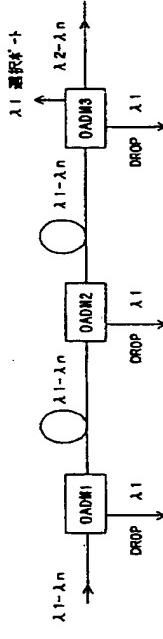
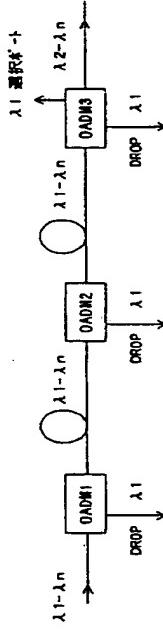
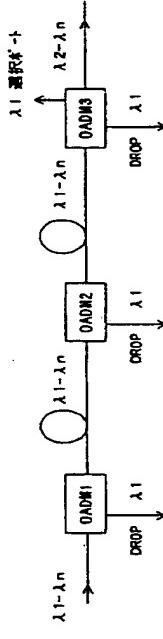
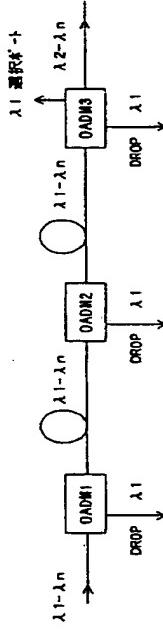
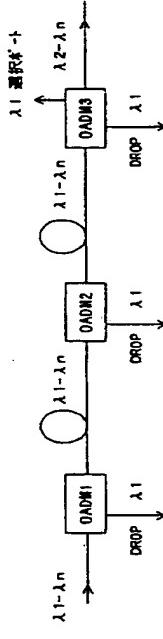
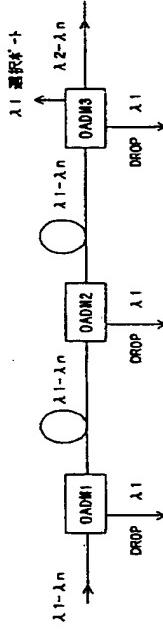
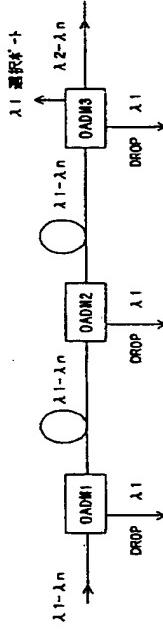
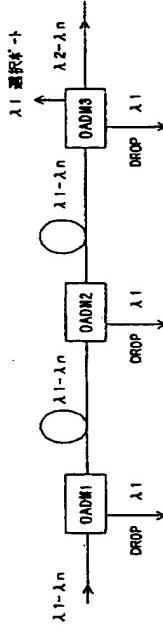
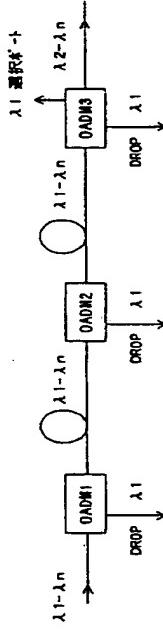
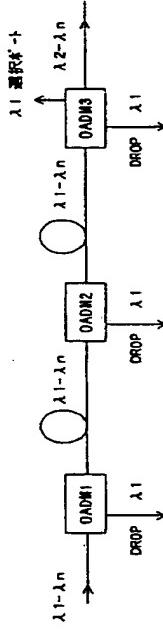
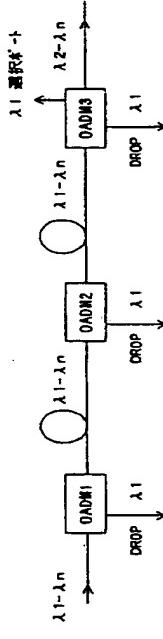
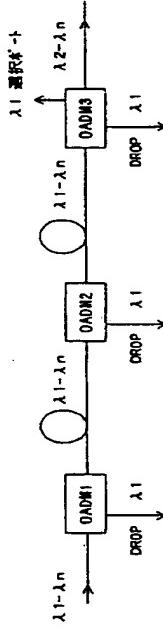
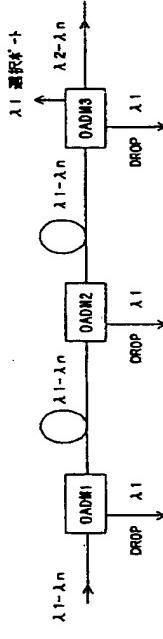
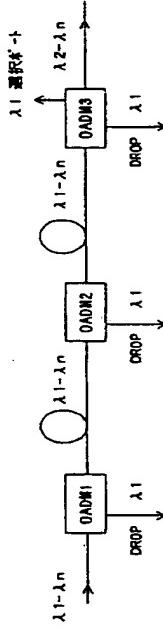
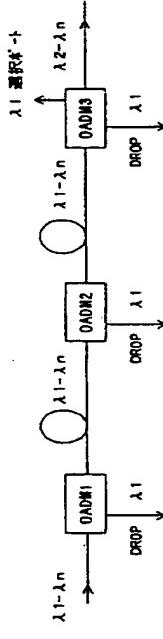
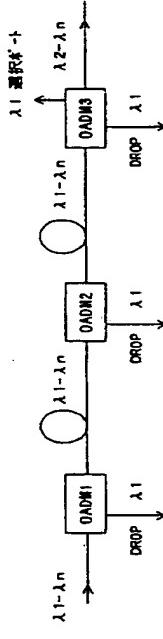
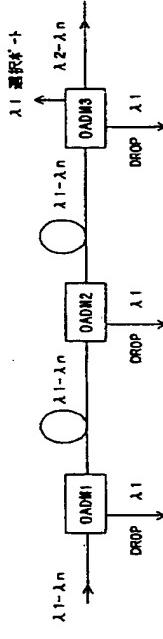
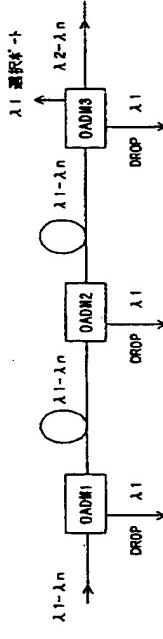
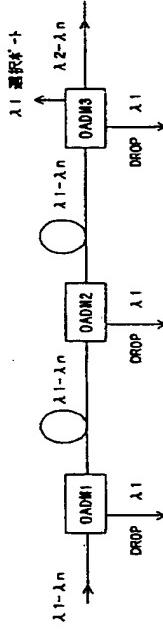
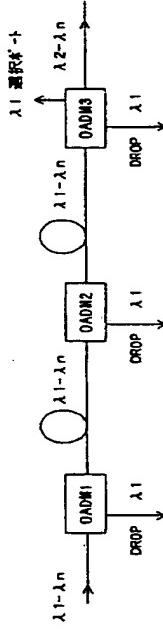
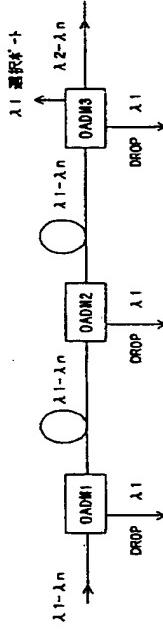
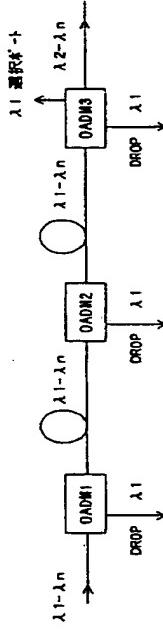
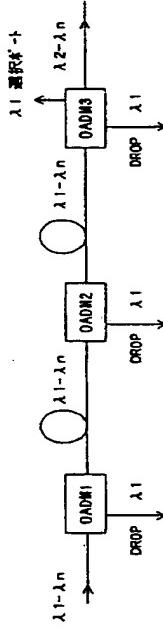
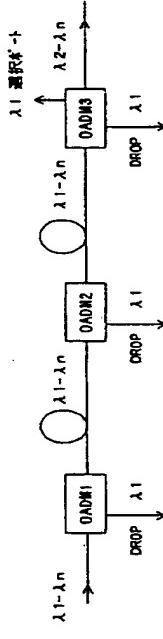
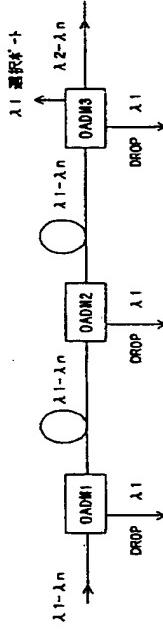
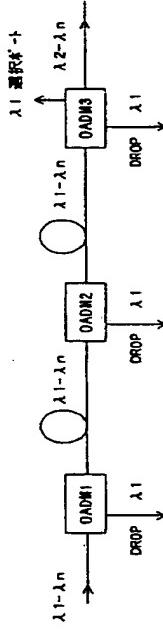
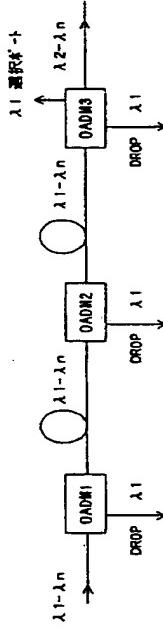
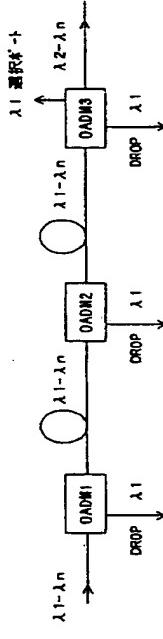
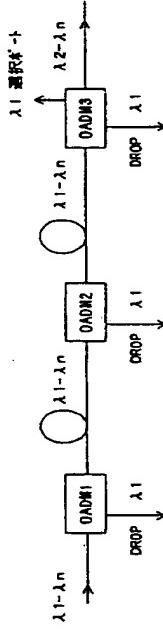
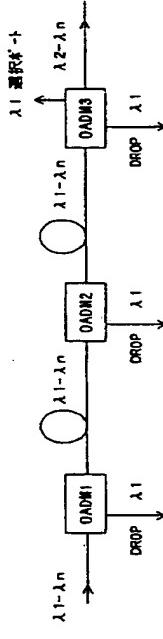
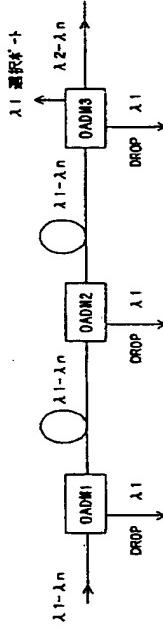
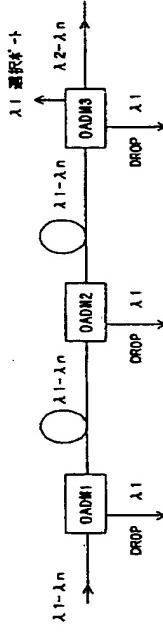
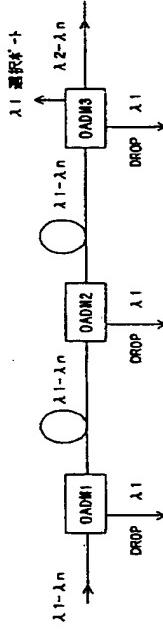
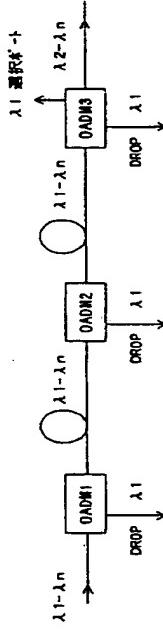
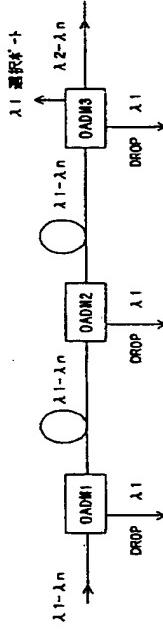
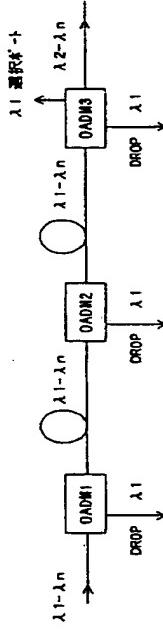
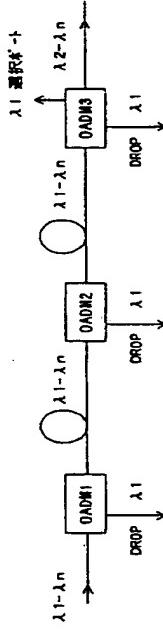
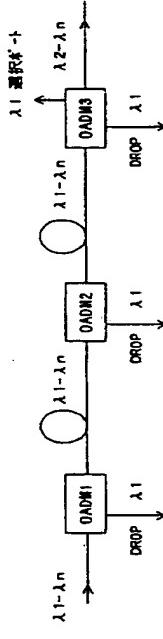
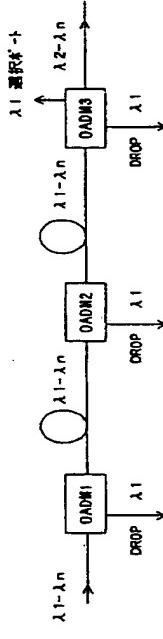
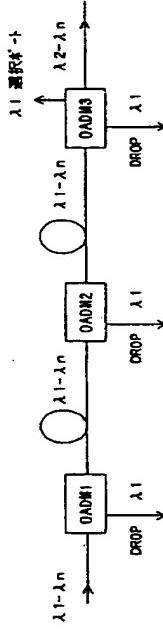
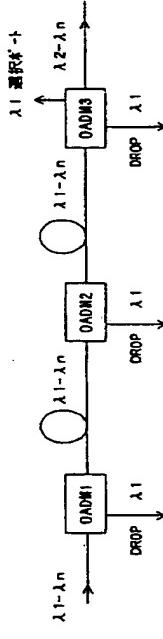
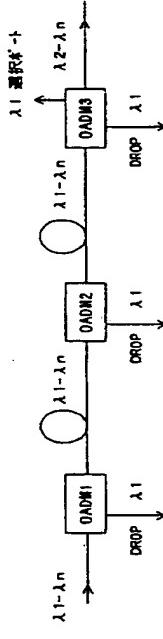
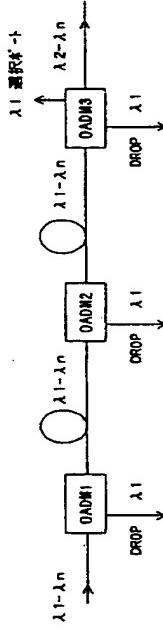
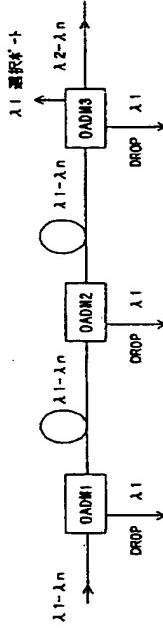
AOTFを使ったプロードキャスト対応のOADM装置の構成例を示すブロック図



(a)

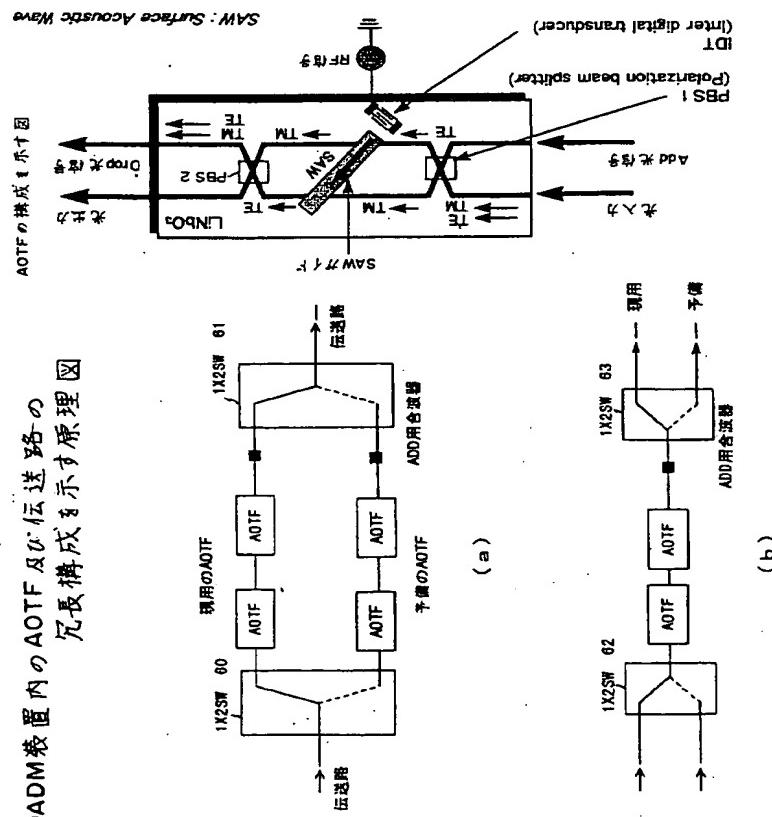


(b)



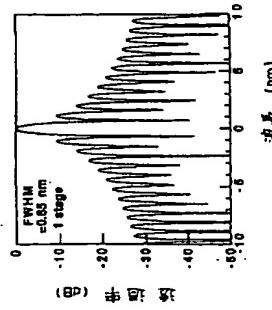
[図2.1]

OADM装置内のAOTF及び伝送路の冗長構成を示す原理図



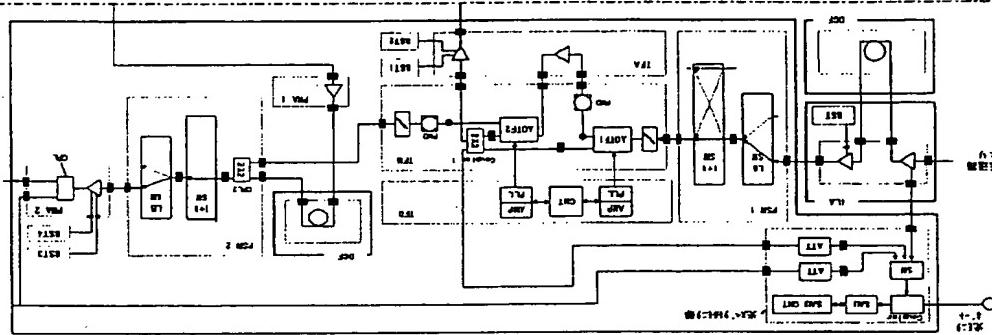
[図2.2]

AOTFの透過特性を示した図



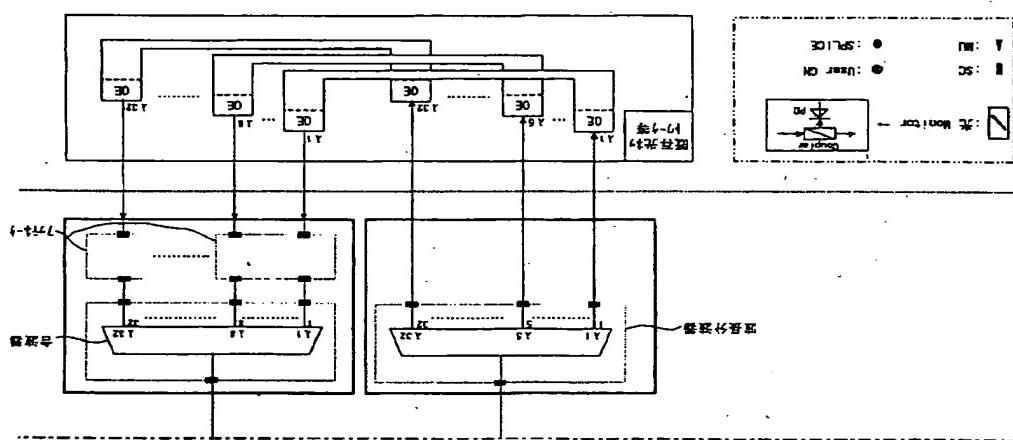
[図5]

AOTFを使用したOADM装置の具体的構成の第1の例を示す図(その1)



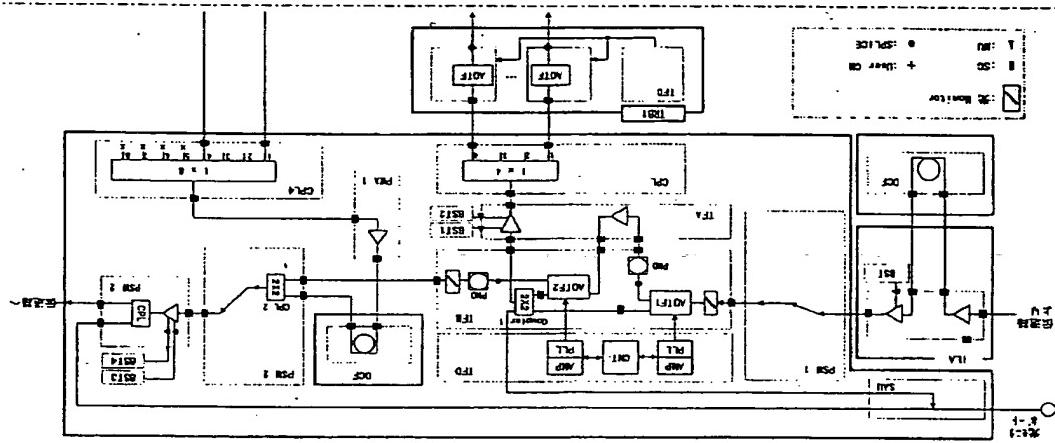
[図6]

AOTFを使用したOADM装置の具体的な構成の
第1の例を示す図(その1)



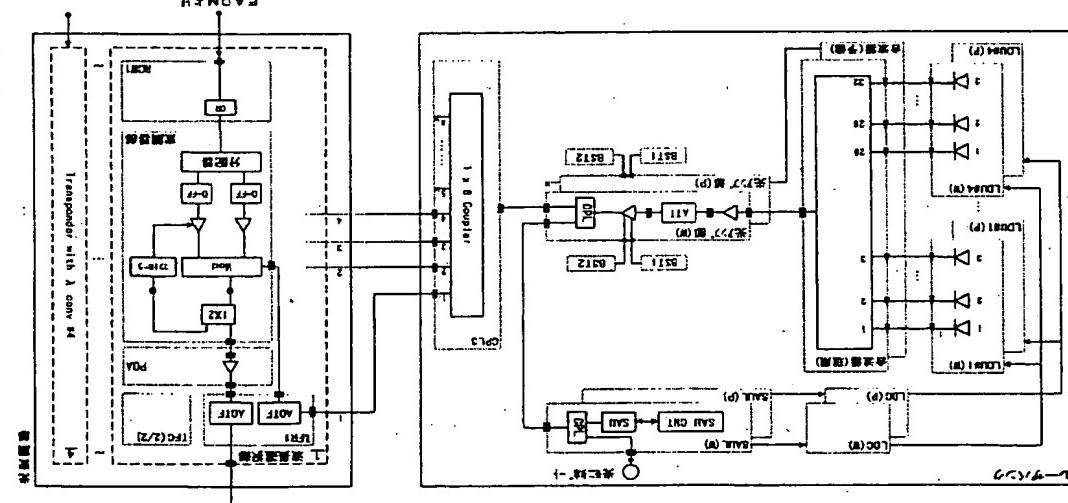
[図7]

AOTFを使用したOADM装置の具体的な構成の
第2の例を示す図(その2)



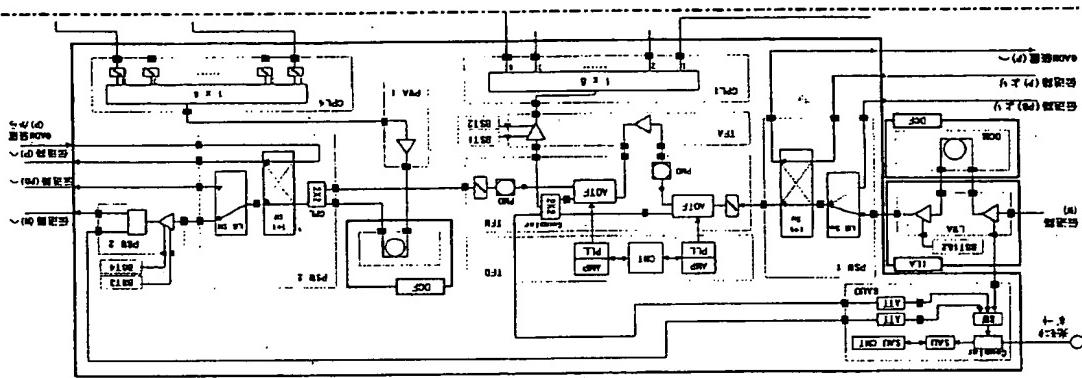
[図8]

AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成の第2の例を示す図
(その2)



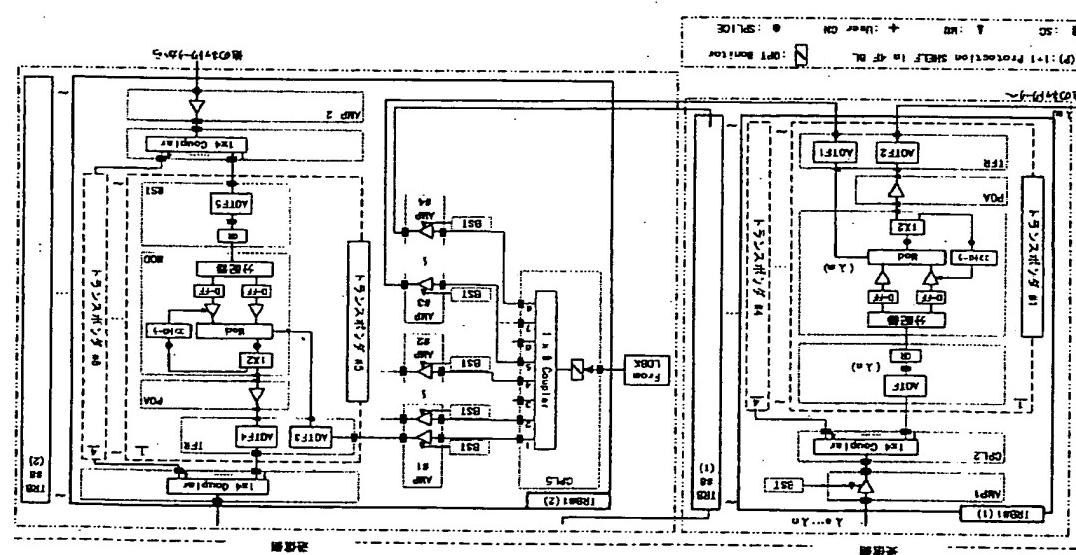
[図9]

AOTFを使ったOADM装置の具体的な構成の第3の例を示す図
(その1)



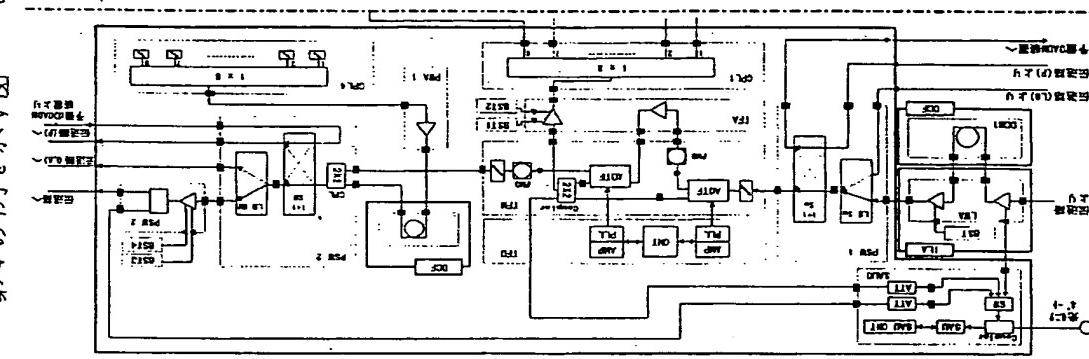
[図10]

AOTEを使ったROADM装置の具体的構成の第3の例を示す図
(その2)



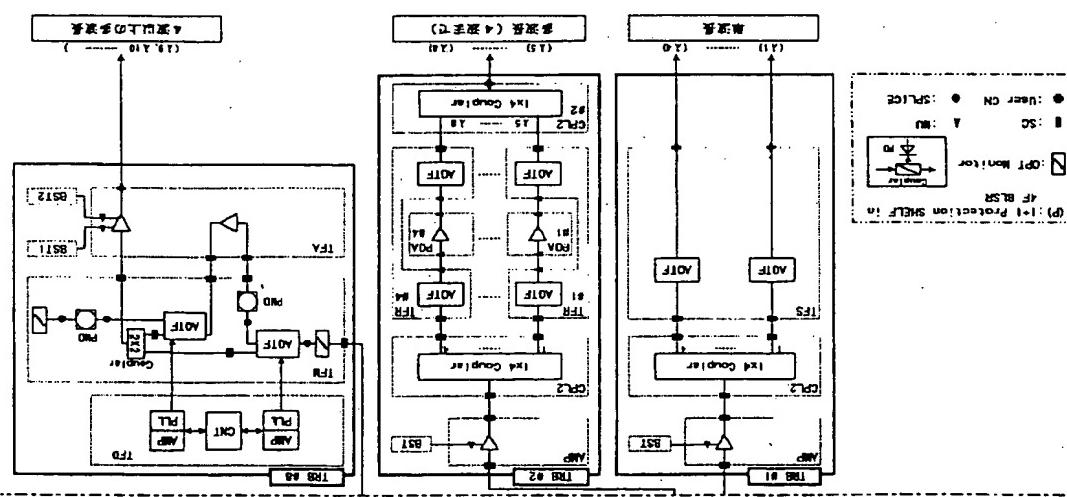
[図11]

AOTFを使ったROADM装置の具体的構成の第4の例を示す図
(その1)



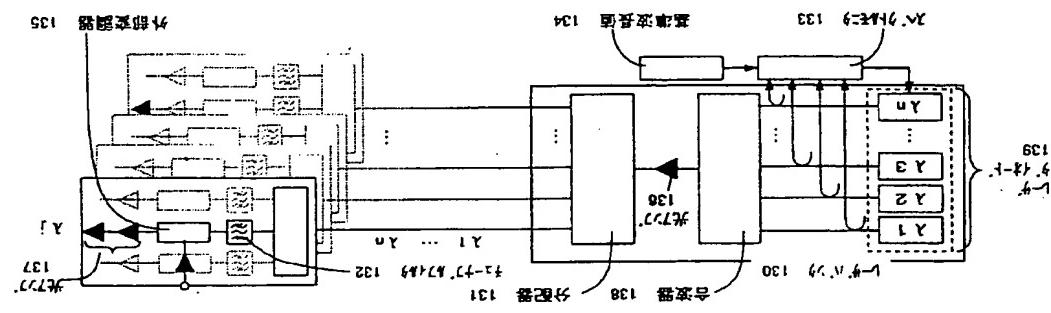
[図1.2]

AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の
第4の例を示す図 (4)の2)



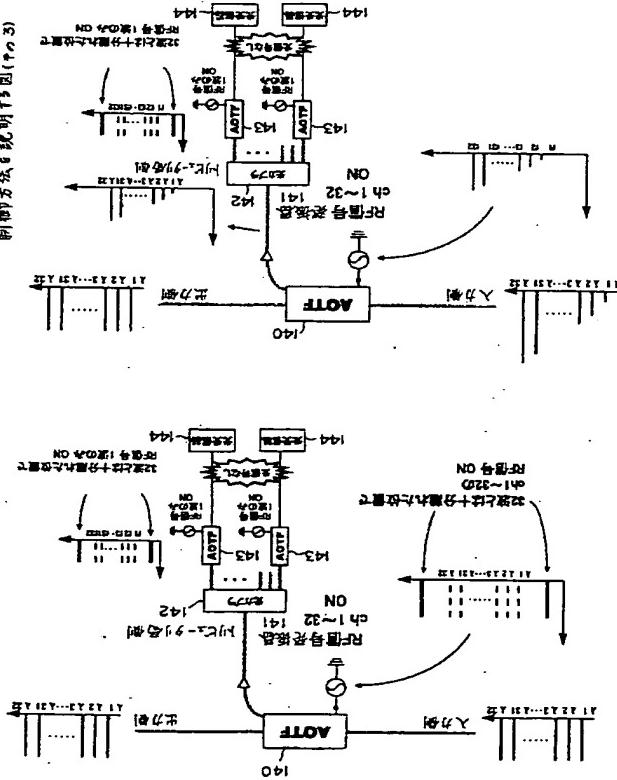
[図1.3]

アド光信号を生成するための光を供給するために
使用されるレーザバンクの構成及び概念を説明する図



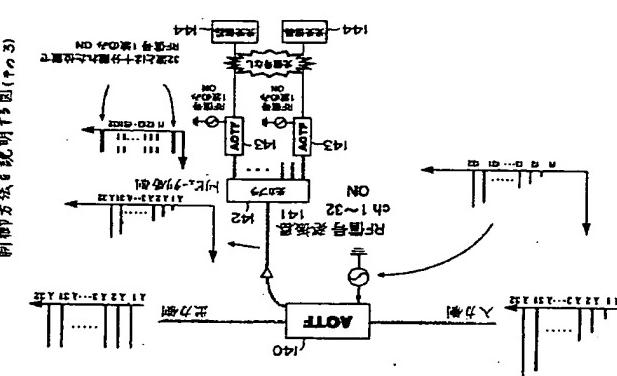
[図15]

OADM装置にドロップ用AOTFの
制御方法と説明図(402)



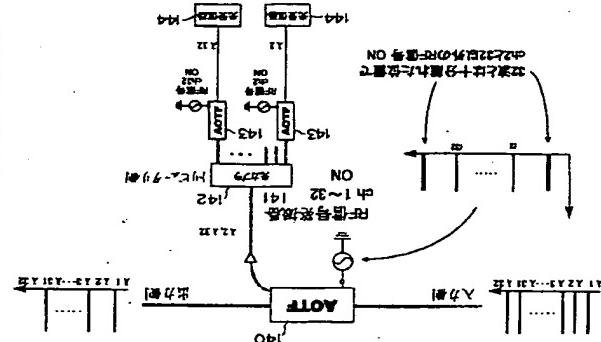
[図16]

OADM装置にドロップ用AOTFの
制御方法と説明図(402)



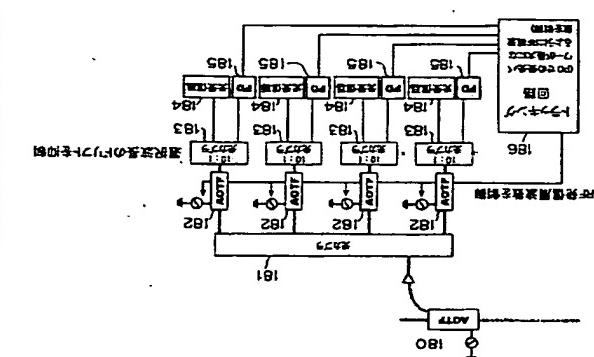
[図17]

OADM装置にドロップ用AOTFの
制御方法と説明図(404)



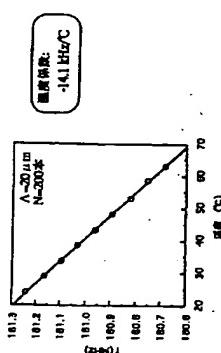
[図18]

OADM装置にドロップ用AOTFの
制御方法と説明図(405)

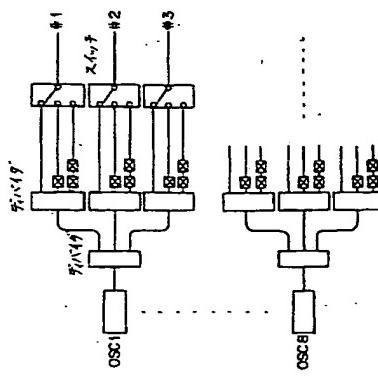


[図25]

共振器の温度依存性(第1回)



[図29]



AOTFの駆動回路の
構成構成(第2回)を示す図

181

OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法と説明する図(图6)

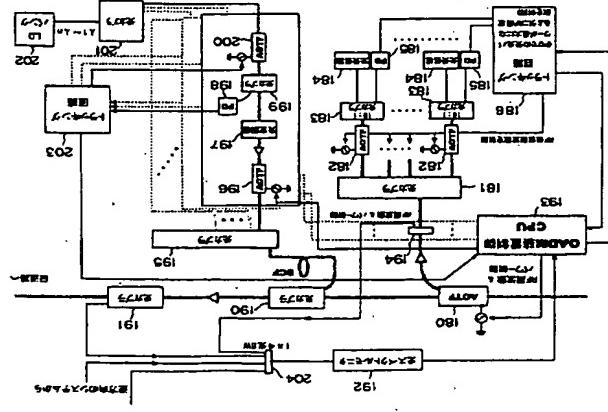
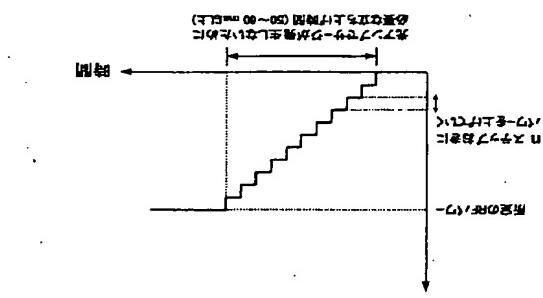
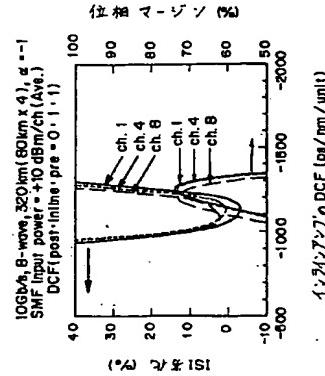


图201

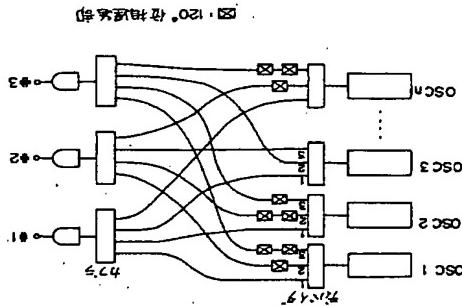
OAADM機器におけるドロップ用 AOTF の制御方法を説明する(4/7)



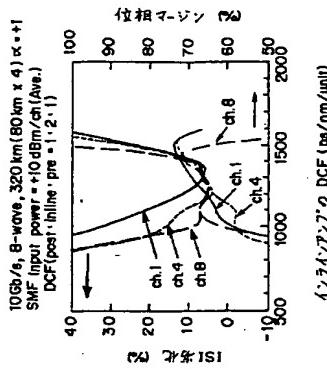
381



AOTF駆動回路の
概略構成と第1章の例を示す

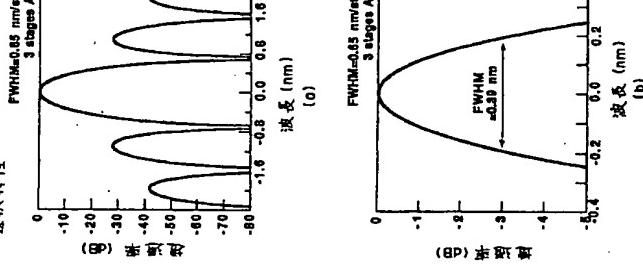


分散補償と波形劣化特性について(次回)



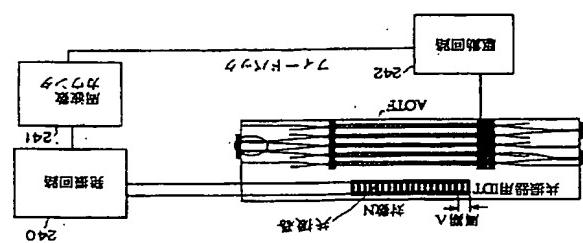
四〇九

図21のAOTFを3枚モリシタクに基板上に構成し、同一周波数のSAWで波長選択した場合の測定結果が図22である。



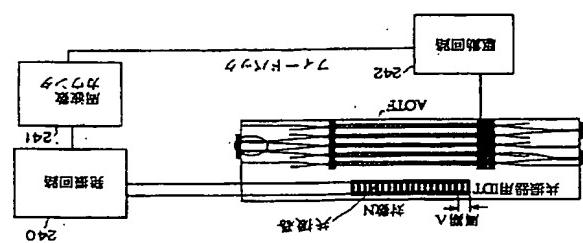
四九三一

AOTF の 温度依存性 に対する 対応技術と説明

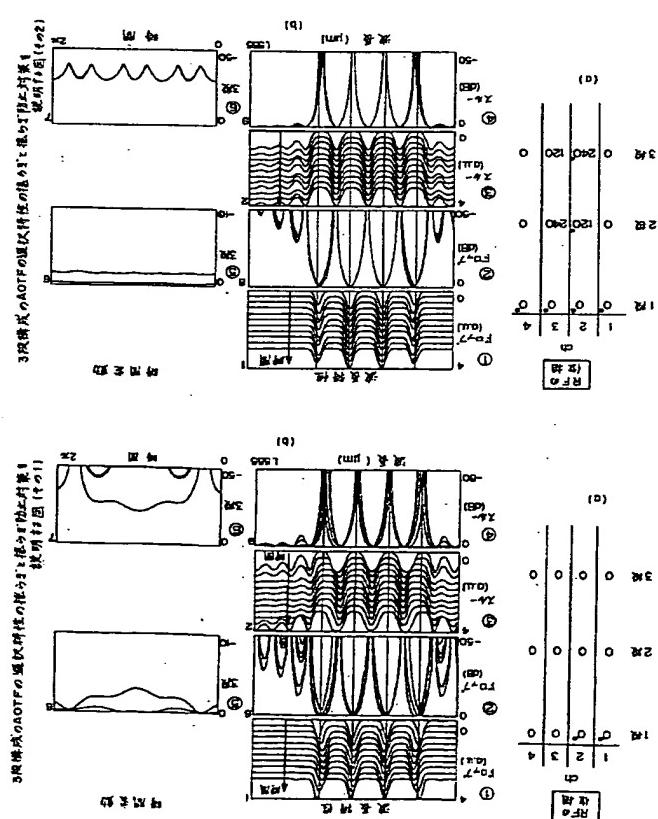


四〇九

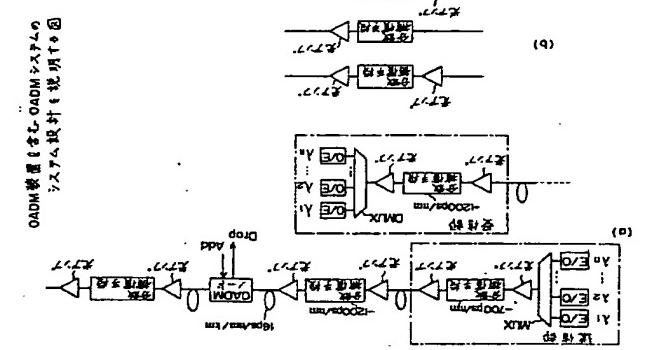
AOTF の 温度依存性 に対する 対応技術と説明



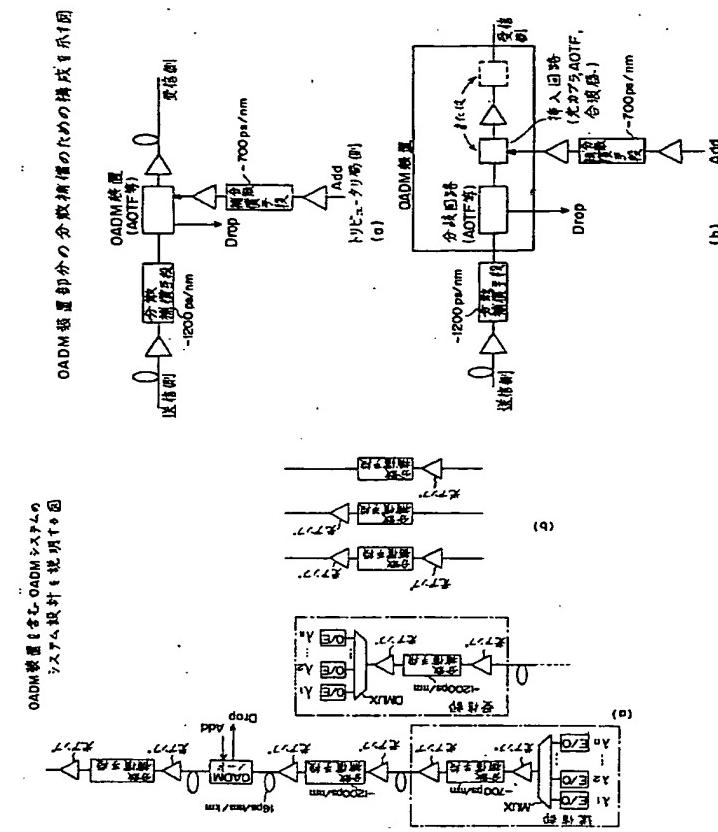
[図26]



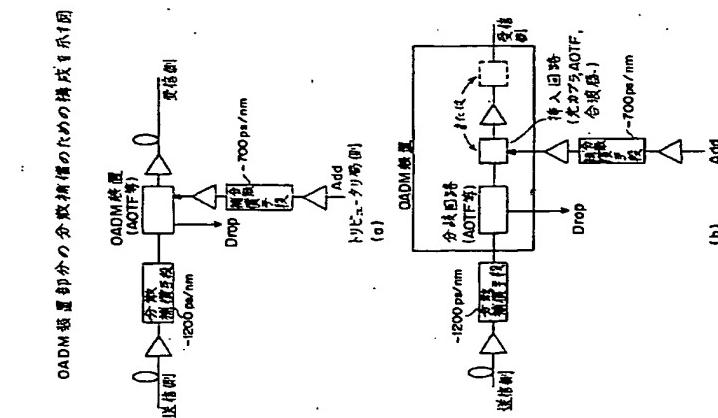
[図27]



[図30]

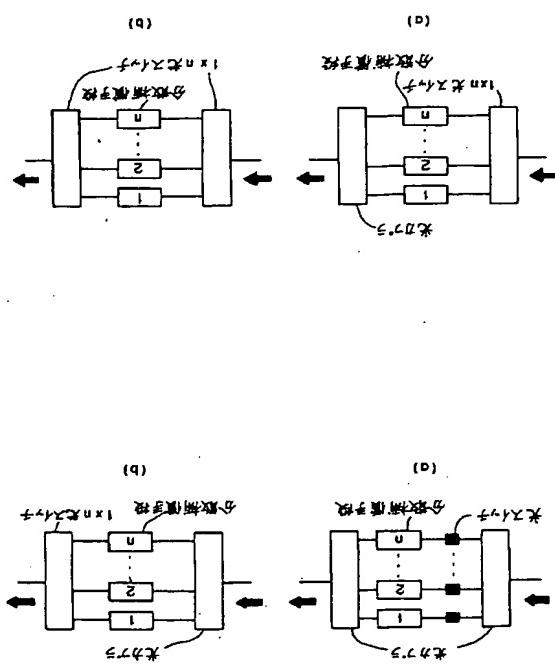


[図31]



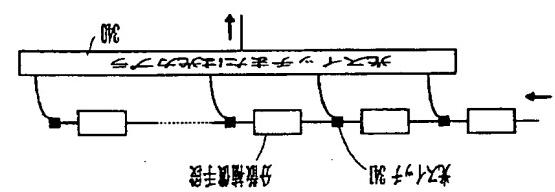
【図3.2】

送信部、受信部、及びOADM装置のアド例
ドロップ側に設けられた分散補償手段の構成例
示す図(49)



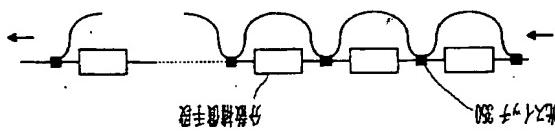
【図3.3】

送信部、受信部、及びOADM装置のアド例
ドロップ側に設けられた分散補償手段の構成例
示す図(49)



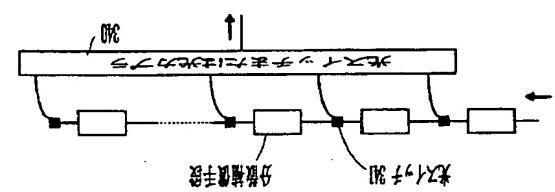
【図3.4】

分散補償手段の構成の変形例を示す図
(49)



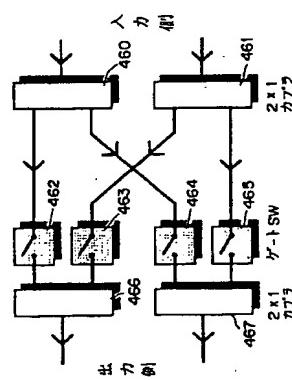
【図3.5】

分散補償手段の構成の変形例を示す図
(49)



【図5.1】

光1+1プロテクションスイッチの構成例を示す図



【図5.2】

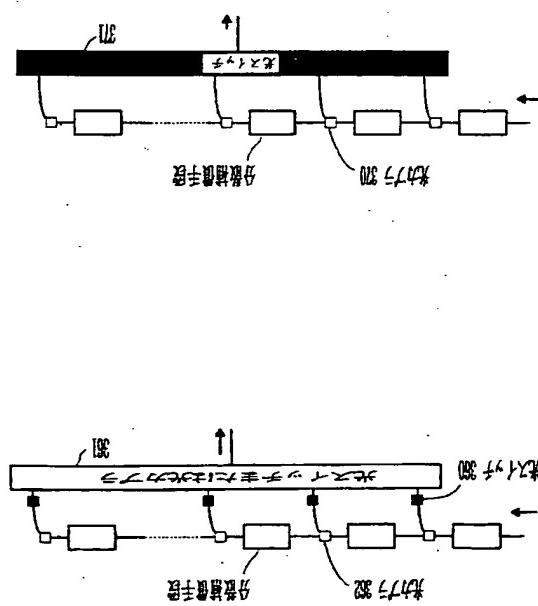
光1+1プロテクションスイッチの構成例を示す図

昭平 11-289296

(51)

【図 3 6】

分散補償されたの構成の構成例を示す図
(4) (4)

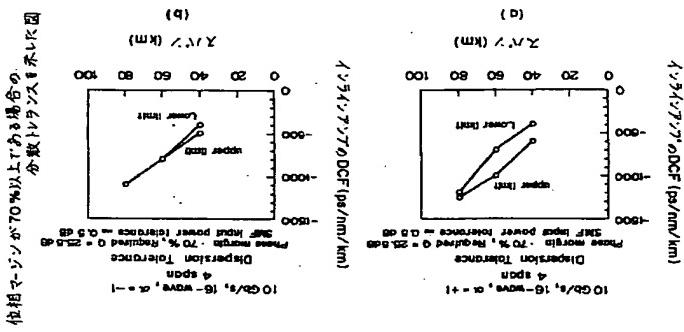


分散補償手段の構成の構成例を示す図
(4) (4)

【図 3 7】

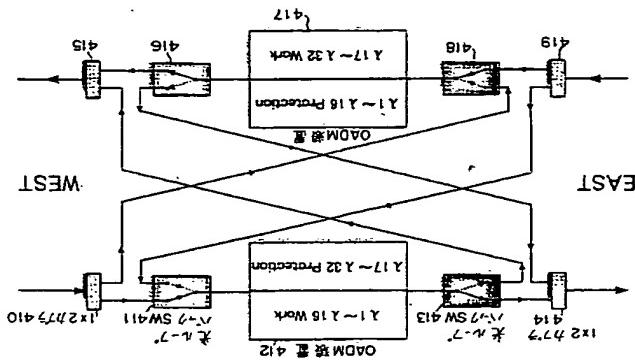
(52)

【図 4 0】



27.11-BLSRのODM/Fの構成を示した図

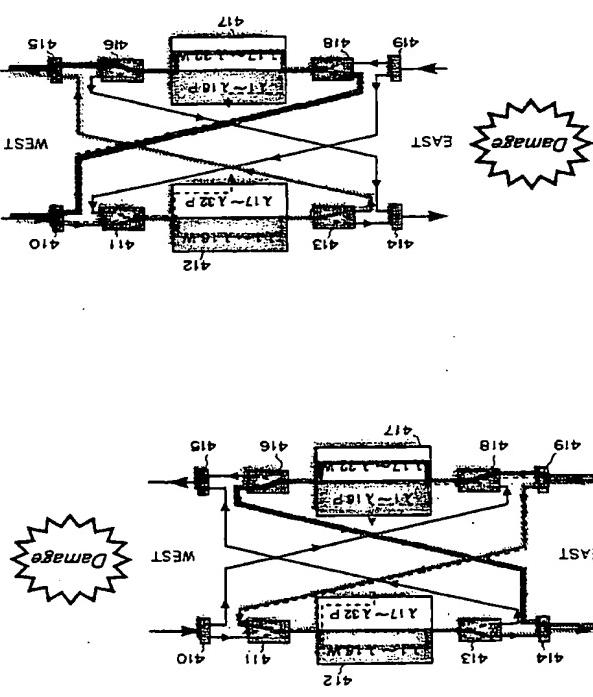
【図 4 1】



特開平11-289296

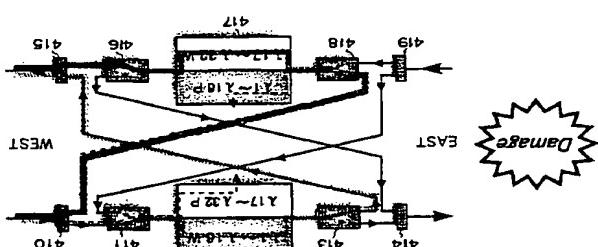
【図4.2】

2.7×16BLSRのODAM/-Fの
接続構成図 (4) (1)



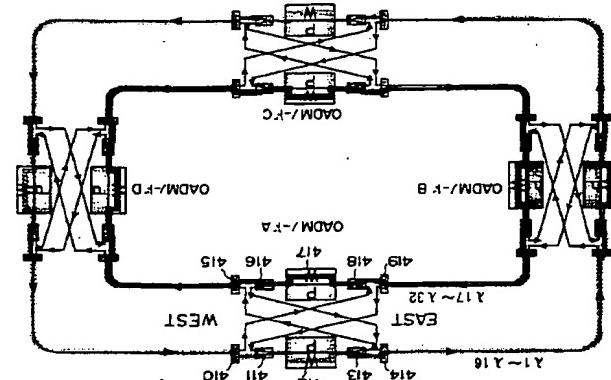
【図4.3】

2.7×16BLSRのODAM/-Fの
接続構成図 (4) (2)



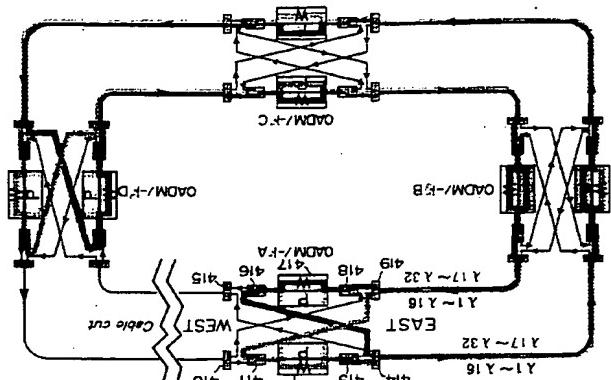
【図4.4】

ODAM/-Fを備えた2.7×16BLSRネットワーク
正常時の構成と説明図 (4) (1)



【図4.5】

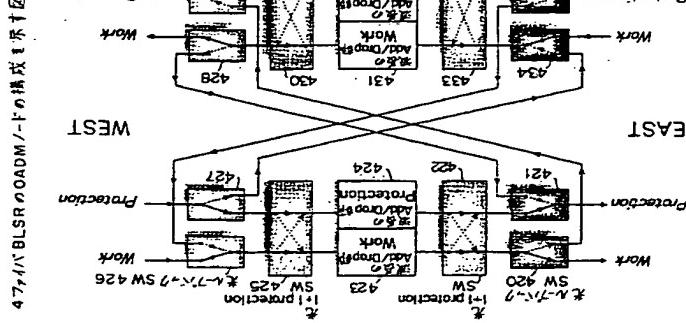
ODAM/-Fを備えた2.7×16BLSRネットワーク
光ケーブル断線時の構成と説明図 (4) (2)



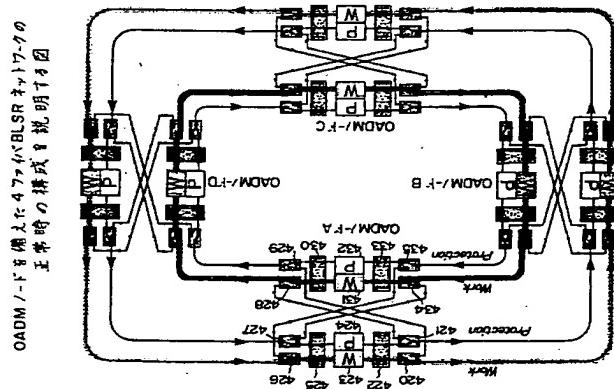
昭平 11-289296

(56)

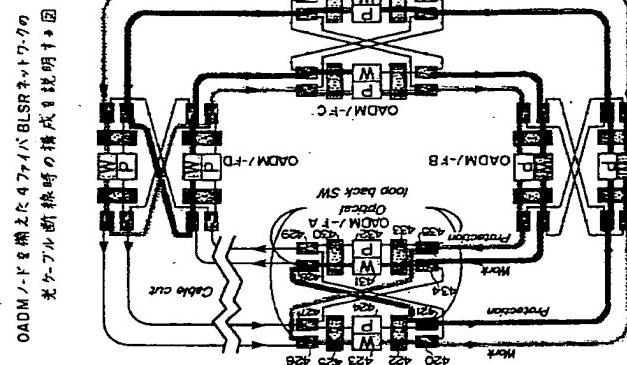
[図 4.6]



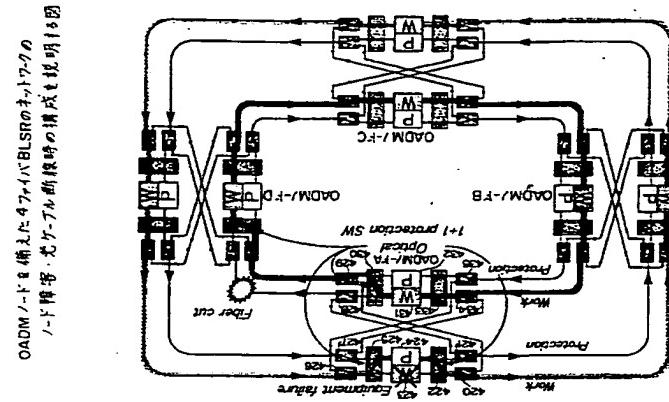
[図 4.7]



[図 4.8]

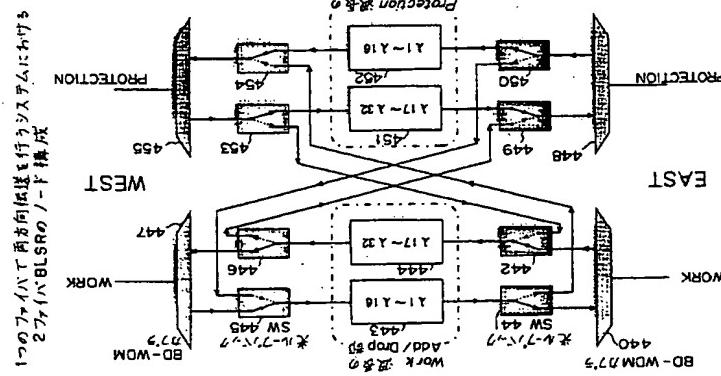


[図 4.9]

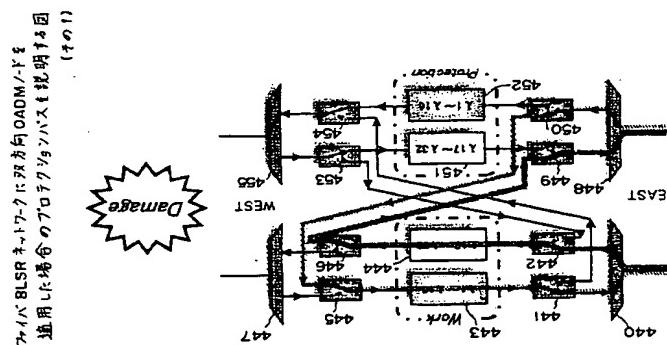


昭平 11-289296

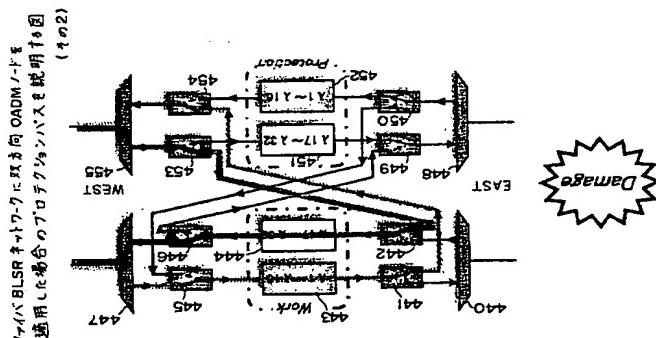
[図5.0]



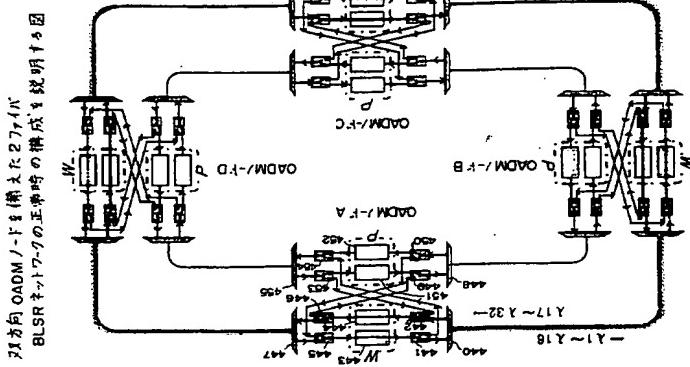
[図5.1]



[図5.2]



[図5.3]



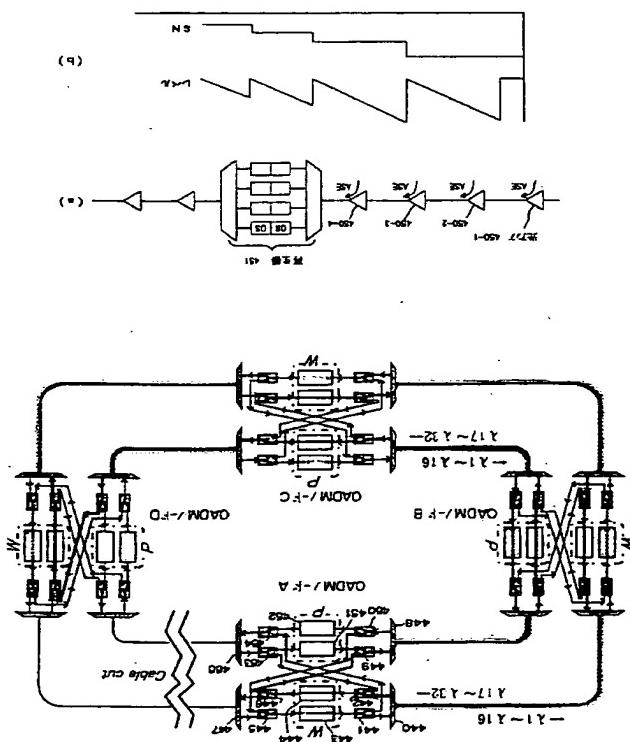
[図5.4]

双方向ODAM-Pドミネス27+1バスSRホットワイヤー
光ケーブル断線時の構成を範囲する図

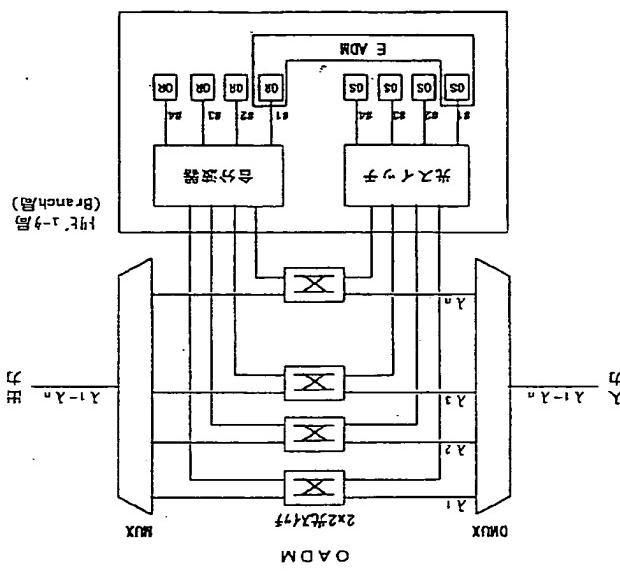
光伝送路において、再生器までのところに
増入するに附す方法を範囲する図

[図5.6]

光スイッチを用いた光ADM(OADM)装置の構成の一例を示した図



[図5.7]



(51) Int. Cl.®
H04J 14/02

(52)発明者 大塚 和恵
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 中沢 忠雄
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(51) Int. Cl.®
H04J 14/02

(72)発明者 近藤 雄典
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 甲斐 雄高
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内